

**VŠB – Technická univerzita Ostrava**  
**Fakulta elektrotechniky a informatiky**

## **DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**2009**

**Roman POLACH**

**VŠB – Technická univerzita Ostrava**  
**Fakulta elektrotechniky a informatiky**  
**Katedra výkonové elektroniky a elektrických pohonů**

**Návrh zatěžovacího stanoviště pro laboratoř  
elektrických pohonů s komponenty firmy ABB**

**Proposal load habitat for the lab of electrical  
drives with components company ABB**

***Prohlášení***

*Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně.  
Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.*

V Ostravě dne .....

Chtěl bych vyjádřit poděkování vedoucímu diplomové práce Ing. Václavu Sládečkovi, Ph.D. za odborné rady a připomínky v průběhu řešení této diplomové práce.

## **Abstrakt**

Náplní této diplomové práce je návrh a praktická realizace zatěžovacího laboratorního stanoviště s využitím komponentů firmy ABB. Zatěžovací stanoviště je sestaveno z konstrukce pro komponenty firmy ABB a soustrojím s motory a elektromagnetickou brzdou. Stejnosměrný motor s cizím buzením je řízen usměrňovačem DCS800, asynchronní motor je řízen měničem kmitočtu ACS800. Oba pohony lze ovládat prostřednictvím panelů měničů, softwarovými nástroji nahranými v PC nebo externími ovládacími prvky umístěnými na ovládacím panelu ocelové konstrukce.

V první kapitole je návrh základní konfigurace zatěžovacího stanoviště s dostupnými komponenty firmy ABB, jejichž funkce a možnosti jsou rozebrány. Druhá kapitola obsahuje projektovou dokumentaci pro toto stanoviště zahrnující technickou zprávu a výkresovou dokumentaci. Třetí kapitola se zabývá praktickou realizací stanoviště s popisem uvádění do provozu a návodem na obsluhu.

V příloze diplomové práce jsou pomocí vizualizačního softwaru měničů zaznamenány ukázky průběhů veličin pohonu v různých aplikacích.

## **Klíčová slova**

Měnič frekvence, usměrňovač, stejnosměrný motor, asynchronní motor, inkrementální snímač, mikroprocesor, budič, kotva, nadřazený systém, pulzně šířková modulace, mikroprocesor, analogový, digitální.

## **Summary**

Target of this diploma work is design and practical realization of laboratory loading station with components from ABB firm. Loading station consists of frame for ABB components and set of motors and electromagnetic brake. Separately excited DC motor is controlled by rectifier DCS800 and asynchronous motor is controlled by frequency convertor ACS800. Both drives is possible to operate by convertors' panels, software tools in PC or by external controls which are placed on control panel of steel frame.

In the first capture there is design of basic configuration of loading station with available ABB components, whose functions and possibilities are analysed. The second capture contains project documentation including technical report and drawing documentation for this station. The third capture deals with practical realization of station with putting into operation description and service instructions.

There are value curves of drive in various applications, which are recorded by convertor' visualization software, in diploma work enclosure.

## **Key words**

Frequency convertor, rectifier, DC motor, asynchronous motor, incremental sensor, micro-processor, exciter, armature, superior system, pulse-width modulation, analog, digital

## Použité symboly a zkratky:

DTC	Direkt Torque Controll (přímé řízení momentu)
DC	Direkt Current (stejnoseměrný proud)
AC	Alternating Current (střídavý proud)
GTO	Gate Turn-Off Tyristor (vypínatelný tyristor)
IGBT	Insulated Gate Bipolar Tranzistor (bipolární tranzistor s izolovaným hradlem)
IGCT	Integrated Gate-Commutated Tyristor (tyristor komutovaný integrovaným hradlem)
EMF	elektromotorické napětí
PWM	pulzně šířková modulace
PI	proporcionálně integrační regulátor
PID	proporcionálně integračně derivační regulátor
DDCS	Distributed Drives Communication System
PC	osobní počítač
PLC	programovatelný logický automat
CD	kompaktní disk
DWL	DriveWindow Light
DW	DriveWindow
$U_d$	střední hodnota usměrněného napětí
$I_d$	střední hodnota usměrněného proudu
$M$	moment
$J$	moment setrvačnosti
$\alpha$	úhel řízení
IP	stupeň krytí
RAM	random-access memory (paměť s možností opakovaného zápisu a čtení)
EEPROM	Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory (elektricky mazatelná programovatelná paměť pro čtení dat)
EMC	elektromagnetická kompatibilita
LED	Light Emitting Diod (svítivá dioda)
AI	analogový vstup
AO	analogový výstup
DI	digitální vstup
DO	digitální výstup
KA	pomocné relé
KM	stykač
KT	časové relé
OK	ocelová konstrukce
LOC	místní ovládání
REM	dálkové ovládání
RS232	sériový komunikační protokol

## *Obsah*

Úvod.....	7
<b>1 Návrh zatěžovacího stanoviště a popis komponentů.....</b>	<b>8</b>
1.1 Návrh stanoviště.....	8
1.1.1 Popis stanoviště.....	8
1.1.2 Blokové schéma stanoviště.....	8
1.2 Popis komponentů firmy ABB zatěžovacího stanoviště.....	9
1.2.1 Programovací PC nástroje.....	9
1.2.2 Měniče DCS800.....	10
1.2.3 Měniče ACS800.....	21
1.2.4 Moduly pro styk měniče s okolím.....	30
1.2.5 Komponenty v soustrojí.....	32
<b>2 Projektová dokumentace realizovaného stanoviště .....</b>	<b>33</b>
2. 1 Technická zpráva.....	33
2. 2 Výkresová dokumentace.....	35
2. 2. 1 Strojní dokumentace.....	35
2. 2. 2 Elektrická dokumentace.....	36
<b>3 Uvádění zatěžovacího stanoviště do provozu.....</b>	<b>44</b>
3. 1 Nastavení propojek řídicí desky SDCS - IOB - 3.....	45
3. 2 Dimenzování pohonů zatěžovacího stanoviště.....	45
3. 3 Popis automatického ladění regulátorů.....	49
3. 3. 1 Nastavení regulátorů měniče DCS800.....	49
3. 3. 2 Nastavení regulátoru měniče ACS800.....	51
3. 4 Struktury regulačních řetězců.....	52
3. 4. 1 Struktury regulačních řetězců měniče DCS800.....	52
3. 4. 2 Struktury regulačních řetězců měniče ACS800.....	56
3. 5 Pokyny k návodu na obsluhu zatěžovacího stanoviště.....	58
3. 5. 1 Návod na obsluhu zatěžovacího stanoviště.....	59
3. 6 Soubory k obsluze zatěžovacího stanoviště.....	61
<b>Závěr.....</b>	<b>62</b>
<b>Použitá literatura.....</b>	<b>63</b>
<b>Seznam příloh.....</b>	<b>64</b>

## Úvod

Pro řízení elektrických pohonů ať již stejnosměrných nebo střídavých se stále rozvíjejí a zdokonalují softwarové a hardwarové prostředky pro komunikaci s obsluhou nebo s nadřazenými systémy, kterými lze zadávat řídicí signály pro spouštění pohonů a nastavovat hodnoty pro reference rychlosti nebo momentu. Taktéž je umožněno jednoduše nastavovat parametry měničů pro různé požadované aplikace a monitorovat činnost důležitých signálů v určitých stavech řízení pohonů pomocí moderních programovacích nástrojů. Všechny tyto popsané vlastnosti splňují moderní měniče DCS800 a ACS800 od firmy ABB standardně vybavené perifériemi pro připojení externích rozšiřujících modulů.

Výkonová elektronika samozřejmě nezůstává pozadu. Stále výkonnější, rychlejší tyristory IGCT a taktéž tranzistory IGBT dávají možnost konstruovat měniče frekvence ACS800 pro řízení motorů až do výkonu 3150 kW. U měničů typu DCS800, jež jsou určeny pro řízení stejnosměrných pohonů, lze dosahovat kotevního proudu až 20 000A.

Tato diplomová práce se zabývá návrhem a praktickou realizací zatěžovacího stanoviště, popisem funkce a možnostmi regulace otáček stejnosměrných a střídavých pohonů použitím měničů DCS800 a ACS800, jež jsou v moderních pohonech již výhradně řízeny mikroprocesorovou technikou.

Usměrňovač DCS800 v této aplikaci patří do kategorie měničů s vlastní komutací, kde zdrojem napětí je střídavá rozvodná síť. Je vybaven dvěma antiparalelními šestipulsními můstky umožňující činnost pohonu ve všech čtyřech kvadrantech.

Měnič ACS800 je nepřímý měnič frekvence s napěťovým meziobvodem využívající moderní metodu vektorového řízení, tj. přímého řízení momentu DTC.

Akčními členy zatěžovacího stanoviště jsou stejnosměrný motor s cizím buzením a střídavý asynchronní motor s kotvou nakrátko. Oba pohony tvoří soustrojí, jejichž hřídele jsou spojeny pomocí spojek. Na druhém konci hřídele stejnosměrného motoru je zabudován inkrementální snímač pro přesné měření otáček soustrojí zatěžovacího stanoviště. Připojením inkrementálního snímače k analogové desce rozhraní SDCS-IOB-3 propojené s měničem DCS800 dvěma plochými kabely zakončenými konektory a nahráním příslušného souboru s parametry do měniče pomocí programovacího nástroje v počítači vyhodnocuje měnič DCS800 otáčky soustrojí pomocí pulsů z inkrementálního snímače. Připojením inkrementálního snímače k rozšiřujícímu modulu RTAC, jež je vsazený do SLOTU měniče ACS800 a splněním stejných podmínek jako u měniče DCS800, jsou vyhodnocovány otáčky ze snímače měničem ACS800.

Pro zabrzdění hřídele proti pohybu slouží elektromagnetická brzda napájená stejnosměrným napětím. Elektromagnetická brzda je vsazena mezi pohony a pro odbrzdění soustrojí může být ovládána ručně nebo automaticky přepnutím volby. Při přepnutí do automatického režimu lze přepínačem vybrat typ měniče, který bude ovládat brzdou.

Pomocí měniče DCS800 je monitorována teplota vinutí motoru, jehož snímač je přepínačem navolen a tímto připojen na analogovou kartu rozhraní SDCS-IOB-3.

V této diplomové práci jsou taktéž rozebrány možnosti ovládání pohonů pomocí ovládacích panelů měničů, analogovými a digitálními signály přivedenými na svorkovnice měničů, možnostmi ovládat pohony pomocí počítačů s programovacími nástroji nebo pomocí nadřazeného systému. Dále vytvoření projektu pro základní zapojení elektrického zařízení s dostupnými komponenty firmy ABB včetně nastavení propojek desek rozhraní a nastavení parametrů měničů pro správnou funkci pohonů zatěžovacího stanoviště.

## 1 Návrh zatěžovacího stanoviště a popis komponentů

### 1.1 Návrh stanoviště

Zatěžovací stanoviště je sestaveno ze dvou konstrukčních celků označených OK1 a OK2. Poblíž stanoviště je “měřicí stůl“, na kterém je postaven počítač s programy DriveWindow (dále již jen DW) a DriveWindow Light (dále již jen DWL) a taktéž osciloskop pro přesné zachycení průběhů elektrických veličin. Programy DW a DWL jsou vhodné nástroje pro ovládání měničů, programování parametrů, adaptivní programování a vizualizaci signálů. Vzhledem ke komponentům, které jsou k dispozici, lze programovat parametry a ovládat měnič DCS800 pomocí standardního konektoru RS232 s využitím programu DWL a měnič ACS800 pomocí optického rozhraní s využitím programu DW.

#### 1.1.1 Popis stanoviště

Prvním konstrukčním celkem zatěžovacího stanoviště je pojízdná ocelová konstrukce (OK1) pro montáž elektrických přístrojů, měničů, ovládacích prvků a dalších komponentů ke spínání, ovládání a jistištění elektrického zařízení pohonů. Konstrukce je rám z ocelových profilů typu J a dalších nezbytných konstrukčních prvků. V horní části konstrukce je panel s ovládacími prvky pro externí (dálkové) ovládání měničů. Panel je rozdělen na dvě části, každá část ovládá jeden měnič. Pro nouzové zastavení pohonů je na dostupném místě na panelu aretační vypínač, který zablokuje chod obou měničů. Pod panelem jsou na svislé části konstrukce přichyceny ostatní elektrické přístroje včetně měničů. Propojení mezi silovými částmi a mezi ovládacími částmi elektrického zařízení konstrukce bude rozlišeno vhodnými barevnými vodiči.

Druhým konstrukčním celkem (OK2) je tzv. fréma na které jsou zabudovány motory, jejichž hřídele jsou mechanicky spřaženy spojkou. Pro spolehlivé zablokování otáčivého pohybu hřídele obou motorů slouží elektromagnetická brzda. Elektromagnetická brzda bude ovládána pomocí relé příslušného měniče, který bude navolen jako provozní. Volba měniče, který bude ovládat elektromagnetickou brzdu je zajištěna dvoupolohovým přepínačem. Součástí soustrojí je inkrementální snímač otáček [3] namontován na společné hřídeli a snímače měření teplot zabudované ve vinutích motorů.

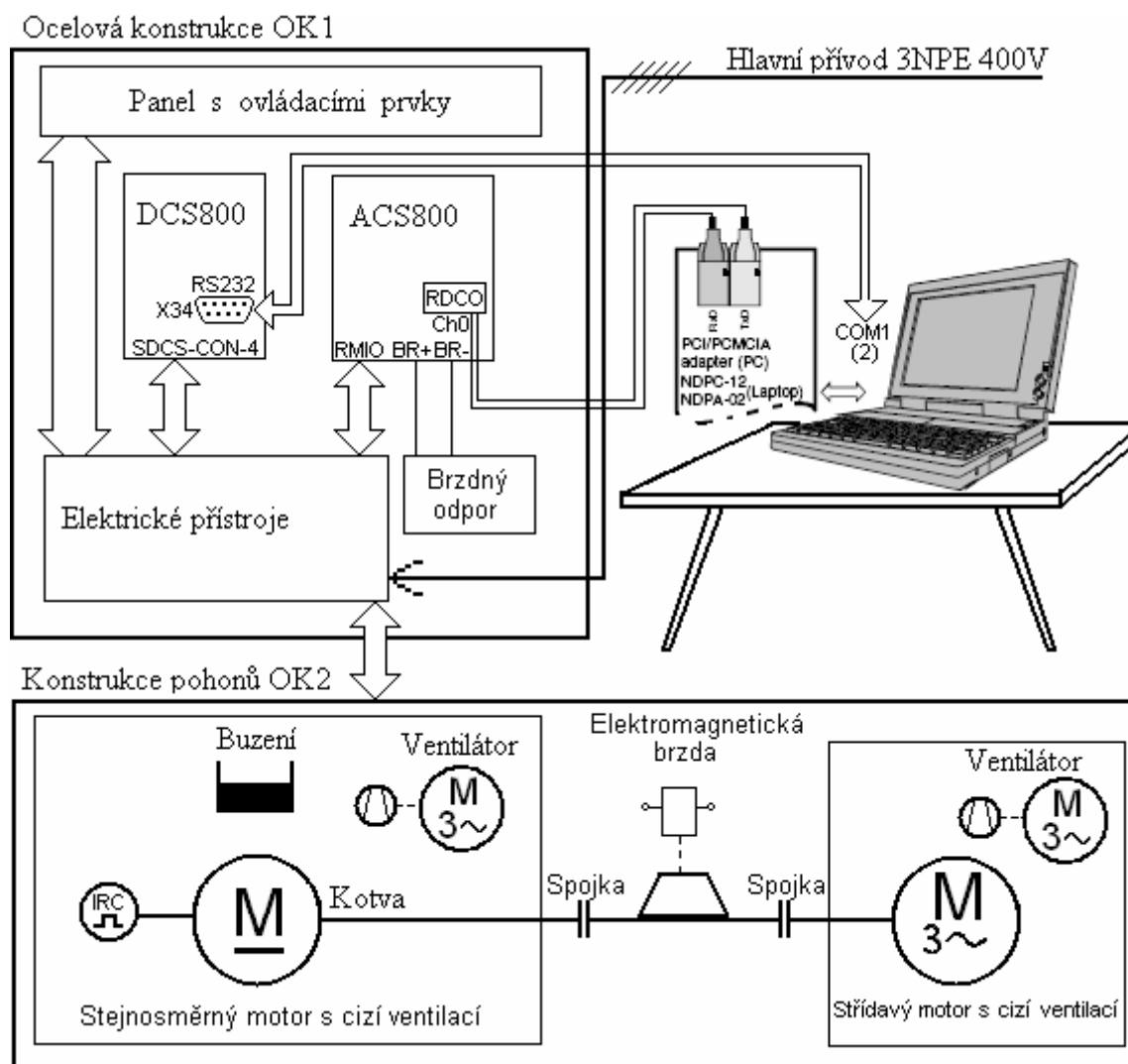
Elektrické spojení mezi ocelovými konstrukcemi je pomocí silových kabelů a datových kabelů. Silové kabely slouží pro napájení motorů, elektromagnetické brzdy a buzení stejnosměrného motoru. Datové kabely zajišťují přenos pulsů z inkrementálních snímačů do příslušných měničů. Tyto kabely jsou stíněné, páry vodičů musí být kroucené (twisted pair). Proti nebezpečnému dotykovému napětí budou konstrukce pospojovány mezi sebou a se zemí zelenožlutými vodiči.

Stanoviště bude napájeno kabelem  $CGLG \ 5 \times 2.5 \text{ mm}^2$  z rozváděče laboratoře elektrických pohonů. Silové napájení celého stanoviště bude zajišťovat hlavní stykač K0, z jehož výstupu se napájí veškeré ovládací a silové obvody měničů.

#### 1.1.2 Blokové schéma stanoviště

Blokové schéma výše popsaného stanoviště je na *obr. 1. 1*.





Obr. 1.1. Blokové schéma zatěžovacího stanoviště

## 1.2 Popis komponentů firmy ABB zatěžovacího stanoviště

### 1.2.1 Programovací PC nástroje

Programovací PC nástroje [8], [10] jsou určeny pro komfortní programování řídicích nadřazených systémů, nastavení parametrů měničů, pro monitorování průběhů důležitých elektrických veličin, pro ovládání pohonů atd.

#### Program ControlBuilder pro programování PLC

Při ovládání pohonu nadřazeným systémem musí být řídicí systém vybaven programem nebo aplikacemi pro ovládání pohonu, což představuje mít možnost zadávat příkazy do pohonu, zpětně číst a vyhodnocovat aktuální stav pohonu. Nejvyužívanějším standardním programovacím nástrojem pro vytvoření programu v PLC pro komunikaci a ovládání pohonů je program ControlBuilder od firmy ABB, který je vybaven programem CoDeSys pro tvorbu aplikačních programů pomocí standardních a

rozšiřujících knihoven, například DriveLibrary. Knihovny obsahují soubory již vytvořených funkčních bloků pro jednoduchou tvorbu programu a speciální funkční bloky pro komunikaci s měniči.

Knihovny funkčních bloků se dělí na tyto celky:

- knihovna bloků pohonu
- aritmetická knihovna
- knihovny speciálních funkcí

Snad nejpoužívanější knihovnou z tohoto výčtu je knihovna bloků pohonu pod názvem DriveLibrary, která obsahuje funkční bloky s konkrétními definovanými názvy vstupů a výstupů shodujícími se s názvy konkrétních parametrů v měničích. Zápisem dat na vstupy bloku se prakticky zapisují data do parametrů měniče, neboť vše probíhá v on-line systému pomocí sériové komunikace.

#### PC nástroje pro komunikaci s měniči

**DriveWindow Light (dále již jen DWL)** je program určený pro instalaci do počítače umožňující komunikaci počítače s měničem DCS800 pomocí sériové komunikační linky a je vhodným nástrojem pro ovládání pohonu, nastavení, uložení a nahrávání hodnot parametrů do měniče, číselné a grafické monitorování signálů. Nesporně velkou výhodou je jednoduché spojení měniče DCS800 s počítačem pomocí sériového rozhraní RS232 bez nutnosti použití dalších komunikačních modulů. Touto možností komunikace je vybaven měnič DCS800, jenž má konektor zabudován přímo na řídicí desce SDCS - CON - 4.

Nástroj programu **DWL - DriveAP tool** je vhodný pro přehledné a jednoduché programování adaptivního programu jednoduchého PLC uvnitř měniče a komunikuje s měničem stejně jako DWL.

**DriveWindow (dále již jen DW)** je program určený pro instalaci do počítače umožňující komunikaci počítače s měniči pomocí optického rozhraní dvěma optickými kabely a je stejně jako DWL vhodným nástrojem pro ovládání a komunikaci s pohony, nastavení hodnot parametrů, monitorování signálů a autoladění regulátorů.

Program **DriveSize** pomáhá uživateli navrhnout konfiguraci pohonu a jeho vhodné nastavení.

### **1. 2. 2 Měniče DCS800**

Měnič DCS800 [8] použitý pro tuto aplikaci je řízený šestipulsní usměrňovač vybavený antiparalelním můstkem umožňující provoz ve všech čtyřech kvadrantech [2].

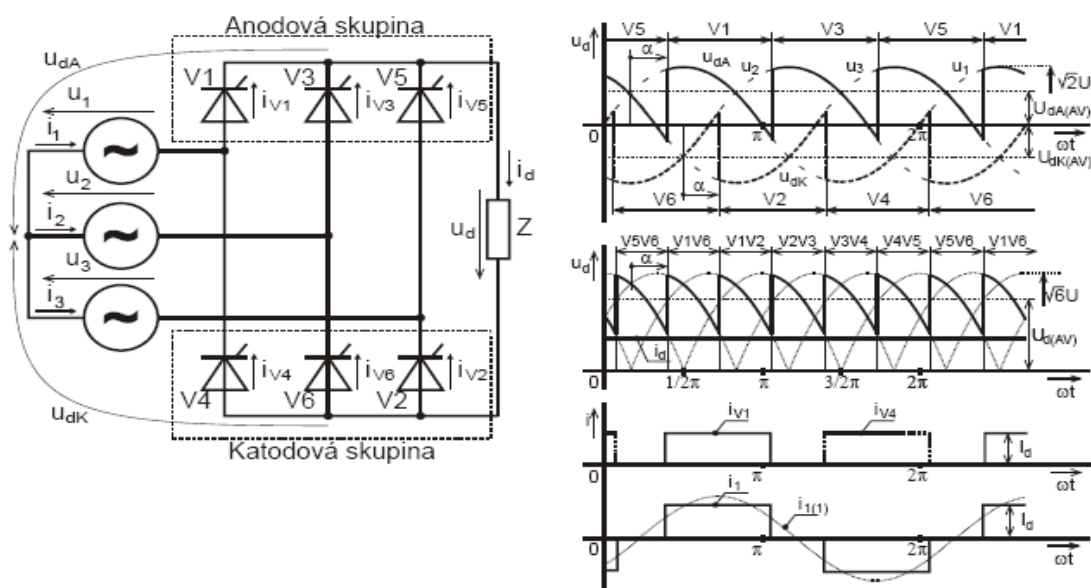
#### Popis činnosti řízeného usměrňovače[1]

Řízený usměrňovač používá k usměrnění střídavého napětí tyristory. Díky těmto polovodičovým součástkám je možné ovládat (zpožďovat) dobu sepnutí a řídit tak střední hodnotu usměrněného napětí. Řídicí impulsy jsou na řídicí elektrodu přiváděny z bloku řízení. Řízení je prováděno signálem vstupujícím do bloku řízení. Tímto vstupním signálem nastavujeme úhel řízení  $\alpha$ . Je to úhel, o který je zpožděno sepnutí jednotlivých tyristorů vzhledem k úhlu, kde by na jeho místě počala vést proud dioda (úhel zpoždění komutace). Dalšími signály vstupujícími do bloku řízení jsou napájecí napětí

jednotlivých fází, které slouží k synchronizaci spouštěcích pulsů tyristorů. Podmínkou pro správnou funkci těchto spínacích součástek je kladné blokovací napětí v době přivedení spouštěcích pulsů. Pro jednotlivá zapojení vyplývá určitý rozsah řízení úhlu  $\alpha$ .

Pro výkonové aplikace se nejčastěji používá trojfázové můstkové (šestipulsní) zapojení. Na *obr. 1* je ukázka činnosti dvoukvadrantového šestipulsního usměrňovače. Při řízení je nastavován na anodové i katodové skupině stejný řídicí úhel. Rozsah tohoto úhlu může být v rozmezí  $0 < \alpha < \pi$ . Pro výpočet střední hodnoty usměrněného napětí platí vztah:

$$U_{d(AV)} = U_{d0(AV)} \cdot \cos \alpha = \frac{p}{\pi} \cdot U_m \cdot \sin \frac{\pi}{p} \cdot \cos \alpha = \frac{6 \cdot \sqrt{6} \cdot U}{\pi} \cdot \sin \frac{\pi}{6} \cdot \cos \alpha = 2,34 \cdot U \cdot \cos \alpha$$



Obr. 1. Trojfázové můstkové zapojení s průběhy napětí a proudů

#### Provozní režimy usměrňovače [2]

Usměrňovač může pracovat ve dvou režimech, usměrňovačovém a střídačovém. Za předpokladu ideálního vyhlazeného usměrněného proudu je střední hodnota výkonu dodaného do zátěže z napájecího zdroje přes usměrňovač  $P = U_d \cdot I_d$ . Pokud je  $I_d > 0$ , vychází pro usměrňovačový chod  $U_d > 0$  a výkon  $P > 0$ . Výkon je přenášen ze střídavé strany usměrňovače na stejnosměrnou stranu.

Při střídačovém (invertorovém) chodu vychází  $I_d > 0$ ,  $U_d < 0$ ,  $P < 0$ , tzn., že výkon je přenášen ze stejnosměrné strany na stranu střídavou. Aby mohl usměrňovač pracovat ve střídačovém chodu, musí být splněny tyto podmínky: plně řízené zapojení usměrňovače, zdroj energie v zátěži a řídicí úhel  $\alpha > \pi/2$ . Pokud by zátěž byla tvořena jen činným odporem, střídačový chod by nebyl možný. Jako zdroj energie může při skokové změně řídicího úhlu posloužit i indukčnost, v níž je akumulována elektromagnetická energie. Střídačový chod může trvat jen krátce po dobu přechodného děje spojeného s odčerpáním energie z indukčnosti. Jako typický příklad zátěže, která umožňuje trvalý usměrňovačový nebo střídačový chod je stejnosměrný stroj pracující jako motor v prvním nebo dynamo v druhém případě.

Přednosti měničů DCS800 oproti předcházejícím modelům:

- velký rozsah výstupních proudů (20A ...20 000A)
- napájecí napětí (230V ...1200V)
- jednoduché programování a uvádění do provozu
- snadná montáž rozšiřujících modulů pro větší aplikace
- možnost adaptivního programování
- integrovaný PLC
- kompatibilní s předchozími řadami měničů
- stejné nástroje pro řízení a programování jako pro měniče řady ACS800
- vyšší výkon/rozměr oproti předchozím měničům.

Druhy skříní (modulů) pro různé velikosti výkonů jsou na *obr. 1. 2.*



*Obr. 1. 2. Měniče DCS800 v různých provedeních.*

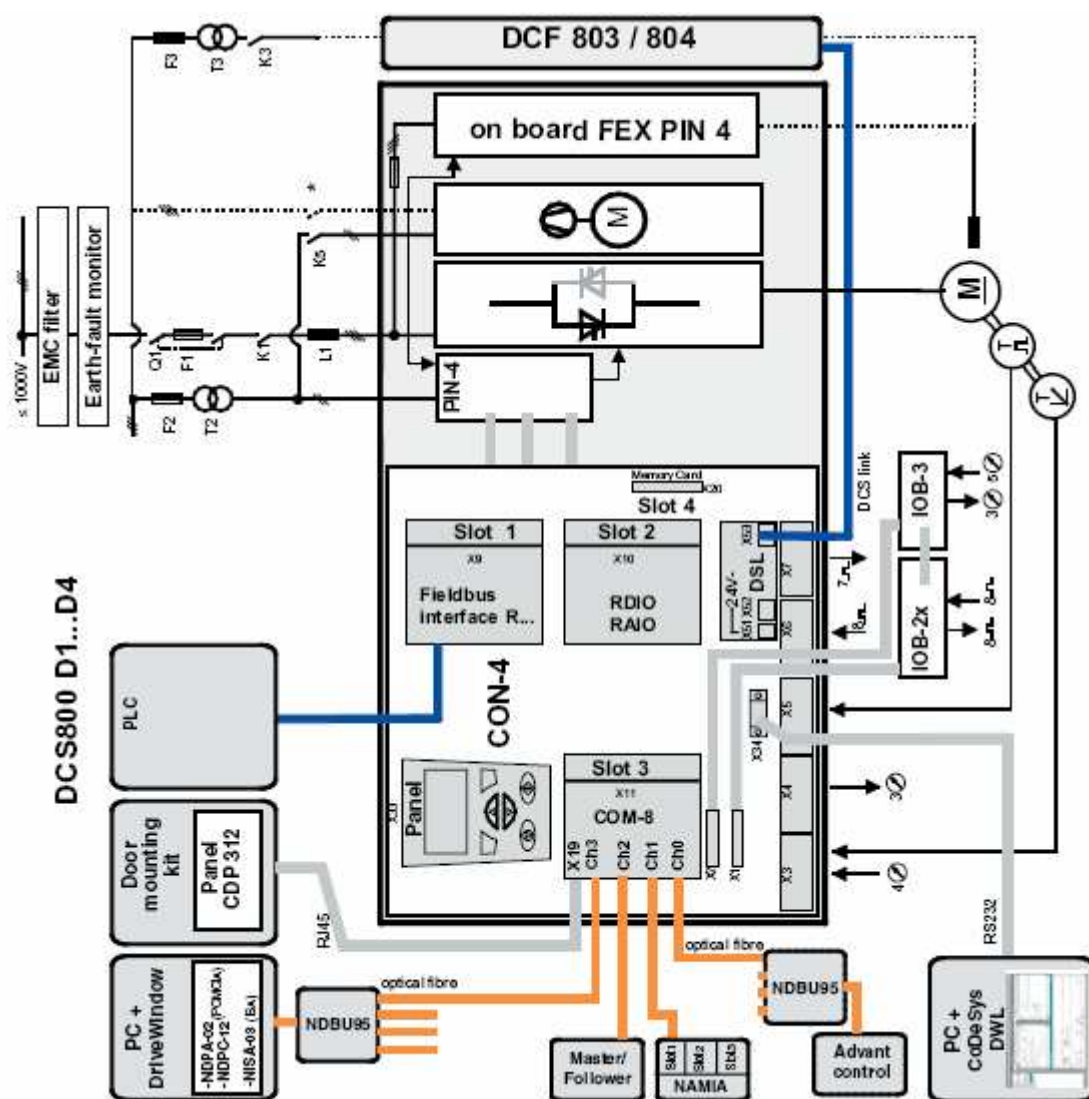
**Technické data měničů DCS800**

<u>Napájecí napětí</u>	230...1200V
<u>Frekvence</u>	50...60Hz
<u>DC výstupní proud</u>	50...5200A
<u>Možnost přetížení</u>	200%
<u>Proud buzení</u>	interní proud až 25A, (až 520A externí budič)
<u>Krytí</u>	IP20, IP21, IP31, IP41
<u>Pracovní teplota</u>	0...40°C

Měření otáček ve zpětnovazební smyčce pomocí:

- EMF
- analogového tachogenerátoru
- inkrementálního snímače
- druhého inkrementálního snímače

<u>Digitální vstupy</u>	8, ( až 14 pomocí rozšiřující RDIO karty )
<u>Digitální výstupy</u>	8, ( až 12 pomocí rozšiřující RDIO karty )
<u>Analogové vstupy</u>	4, ( až 6 pomocí rozšiřující RAO karty )
<u>Analogové výstupy</u>	3, ( až 5 pomocí rozšiřující RAO karty )
<u>Přesnost měř. otáček</u>	0.005% pomocí inkrementálního snímače
<u>Sériová komunikace:</u>	- Profibus
(pomocí rozšiřujících modulů)	- Modbus
	- CANOpen
	- ControlNet, DeviceNet, Ethernet
	- CS31 (Procontic), Masterpiece, Selma2, DDSCS

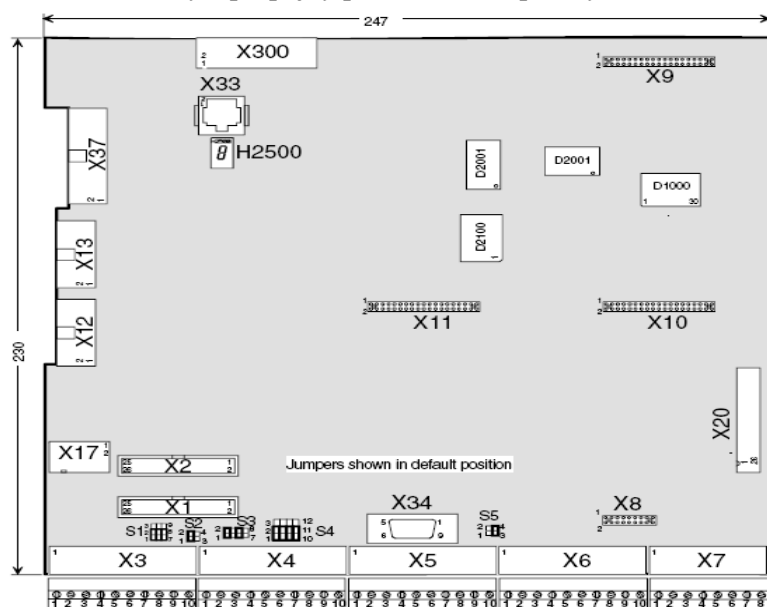


Na *obr. 1. 3* je ukázka zapojení měniče včetně rozšiřujících vstupně/výstupních a komunikačních modulů pro komunikaci s okolními perifériemi. Uživatel se může rozhodnout, zda potřebuje pro konkrétní aplikaci rozšiřující modul analogový, digitální, komunikační nebo postačí samotná výbava měniče bez rozšiřujících modulů.

## Technické vybavení měniče DCS800

### Řídící deska SDCS-CON-4

Situační schéma řídicí desky měniče DCS800 na *obr. 1. 4* obsahuje veškeré elektrické zařízení a shlukuje všechny řídicí signály pro styk měniče s okolními perifériemi. Dále obsahuje programovací a paměťové obvody a propojky pro nastavení správných úrovní elektrických veličin.



*Obr. 1. 4. Řídící deska SDCS-CON-4 měniče DCS800*

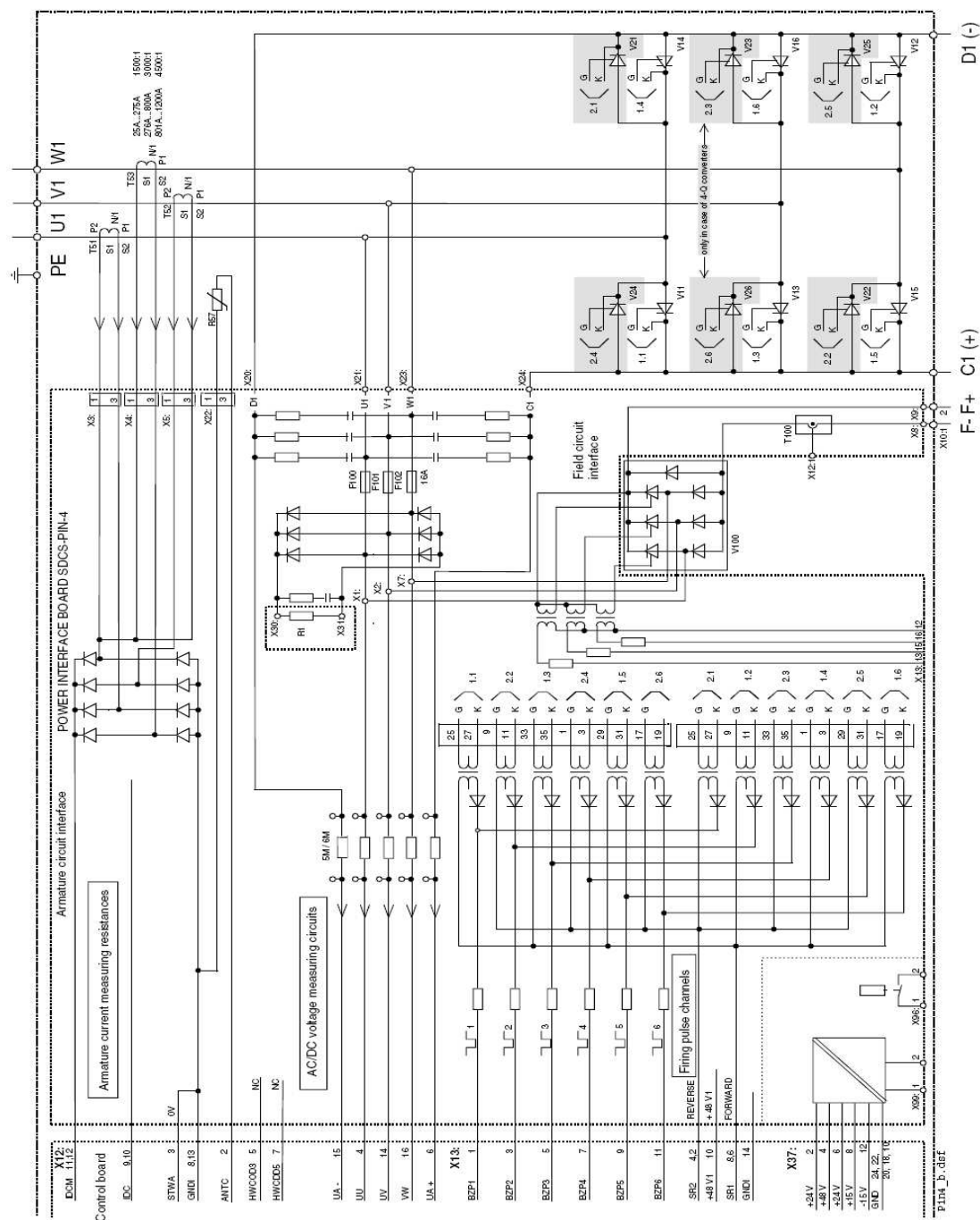
Popis funkce konektorů řídicí desky:

- X37 - napájení řídicí desky, X17, X300 – testovací konektory
- X12, X13 - konektor pro měření napětí, proudu, teploty a řídicích pulsů pro tyristory
- X1, X2 - rozhraní pro napojení desek rozhraní SDCS - IOB - 2, SDCS - IOB - 3
- X33 - konektor pro zasunutí ovládacího panelu DCS800
- X34 - konektor RS232 pro připojení k počítači s programem DWL
- X8 - konektor pro zasunutí komunikační desky SDCS – DSL – 4
- X9 (Slot1), X10 (Slot2), X11 (Slot3) - napojení externích vstupně/výstupních modulů
- X20 (Slot4) - konektor pro zasunutí Memory Card (Paměťové karty)
- X3, X4, X5, X6, X7 – konektory standardních analogových a digitálních vstupů a výstupů

Řídící deska SDCS – CON - 4 je dále vybavena dalšími nezbytnými funkčními částmi:

- paměti FlashPROM s uživatelským programem a uloženými parametry.
- sedmisegmentový displej zobrazující aktuální stavy měniče – poruchy, alarmy, normální stav atd.
- propojky nastavení napěťových úrovní

## Deska rozhraní silových částí SDCS – PIN – 4



Obr. 1. 5. Schéma zapojení desky SDCS - PIN – 4

Deska SDCS-PIN-4 (na obr. 1. 5) je navržena pro konvertorové moduly nejmenších měničů typových řad D1 až D4. Zahrnuje výkonovou část a ovládací část, která plní tři základní funkce:

- 1) dodává napětí řídicí kartě, rozšiřujícím modulům a napětí pro rozhraní
- 2) upravuje a odděluje řídicí impulsy na mřížky tyristorů kotevního měniče a měří potřebné veličiny
- 3) řídí proud buzení pomocí třífázového polořízeného můstku a měří proud buzení

Karta automaticky detekuje úroveň pomocného vstupního napětí 230/115V pro napájení obvodů.

## **Programové vybavení měniče DCS800**

### Signály a parametry

**Signály** pohonu jsou naměřené a vypočtené aktuální hodnoty při chodu pohonu. Mezi signály se řadí také 16-ti bitové kontrolní, stavové, limitní chybové a alarmové slova. Jsou obsaženy ve skupinách 1 až 9 a můžou nabývat dekadického tvaru pro čtení aktuálních měřených nebo vypočtených signálů nebo binárního tvaru. Hodnoty signálů pohonu můžou být čteny panelem DCS800, programem DW nebo DWL, adaptivním programem nebo nadřazeným systémem. Specifickou skupinou je skupina č. 7, do které jsou zapisovány příkazy ve tvaru 16-ti bitových hodnot panelem DCS800, programem DW nebo DWL, adaptivním programem nebo nadřazeným systémem. Příkazy této skupiny jsou zapisovány do RAM paměti a jsou cyklicky přepisovány nadřazeným systémem podle požadavků aplikace.

**Parametry** slouží pro nastavení požadovaných hodnot pohonu pro konkrétní aplikaci. Požadované hodnoty parametrů lze nastavit panelem DCS800, programem DW nebo DWL, adaptivním programem nebo nadřazeným systémem.

K ukládání nastavených hodnot parametrů slouží dva typy pamětí:

- paměť typu **N** - hodnoty parametrů se ukládají do FLASH paměti a zůstávají neměnné i po vypnutí napájení
- paměť typu **Y** - hodnoty parametrů se ukládají do RAM paměti a po vypnutí napájení se vymažou (nastaví se nulové hodnoty). Hodnoty těchto parametrů jsou cyklicky nastavovány různými příkazy, požadovanými nebo vypočtenými referenčními hodnotami již zmíněnými typy nadřazených systémů.

### Paměťová karta

Paměťová karta slouží k uložení hodnot parametrů měniče DCS800 a k uchování aplikačního programu. Pro zasunutí této paměťové karty je vyhrazen speciální konektor X20 (Slot4). Program je možné nahrát pomocí programu DWL nebo programem ControlBuilder přes konektor RS232 na řídicí desce SDCS-CON-4.

### Přednastavená makra

Uživatelský program měniče je vybaven 7 rozdílnými přednastavenými makry pro nejvyužívanější nastavení parametrů v aplikacích pohonů. Pouhou změnou makra může být pohon jednoduše nakonfigurován pro jinou žádanou aplikaci.

## **Možnosti ovládání měniče a typy rozhraní DCS800**

Aby bylo možno měnič ovládat níže popisovanými způsoby, je potřeba provést určité kroky k nastavení režimů. Obecně nejvyšší prioritu pro ovládání měniče má místní režim a v podstatě při zvolení tohoto režimu je jedno, jak je zvolen parametr 10.01 CommandSel (volba příkazu). Pokud je zvolen režim na dálkové ovládání, nastavený parametr 10.01 CommandSel vybírá typ dálkového (externího) ovládání. Pohon může být řízen přes vstupně/výstupní svorkovnici měniče, vstupně/výstupních svorek rozšiřujících modulů nebo nadřazeným systémem přes fieldbusové rozhraní.

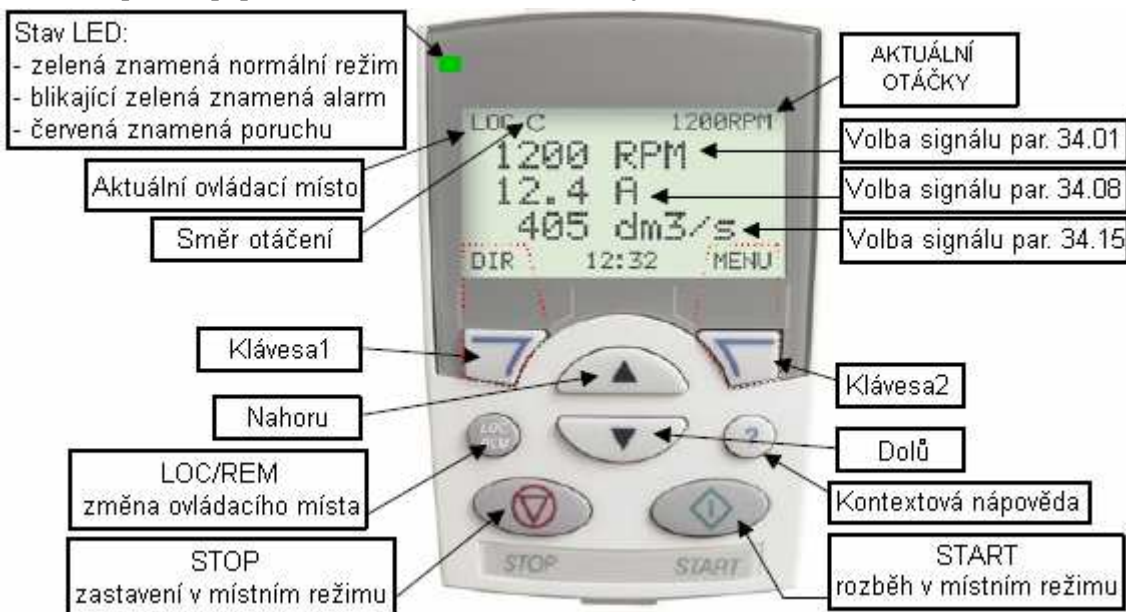


Pohon je možné ovládat těmito způsoby:

- místně ovládacím panelem DCS800
- dálkově pomocí místních vstupů/výstupů
- dálkově nadřazeným systémem
- pomocí programovacích nástrojů DW nebo DWL
- Adaptivním Programem

#### Místní ovládání z panelu

Ovládací panel s popisem funkce ovládacích tlačítek je na obr. 1. 6.



Obr. 1. 6. Ovládací panel měniče DCS800

Ovládacím panelem měniče DCS800 je možné provádět tyto úkony:

- automaticky naladit regulátory pomocí Start-up Assistant v nabídce MainMenu
- měnit a ukládat nastavené hodnoty parametrů z / do měniče
- ovládat pohon (startovat, zastavovat a měnit směr otáčení)
- zadávat referenční otáčky nebo referenční točivý moment motoru
- měnit přednastavená aplikační makra

Resetovat poruchová a varovná hlášení může uživatel vždy, i když není zvolen místní režim.

#### Dálkové (externí) ovládání pohonu pomocí místních vstupů/výstupů

Možnost ovládaní měniče tímto způsobem je určitě nejpoužívanějším díky jednoduchosti připojení analogových nebo digitálních signálů na svorkovnice desky SDCS-CON-4 měniče DCS800. Pro nejjednodušší aplikace stačí v podstatě přivést na jeden zvolený analogový vstup jen napětí určité velikosti pro zadání referenční rychlosti a na digitální vstup jen povel pro start (běh), popřípadě ještě jeden povel pro reverzaci pohonu. Projekt zatěžovacího stanoviště řeší ovládání pohonů tímto způsobem - pomocí analogových a digitálních signálů.

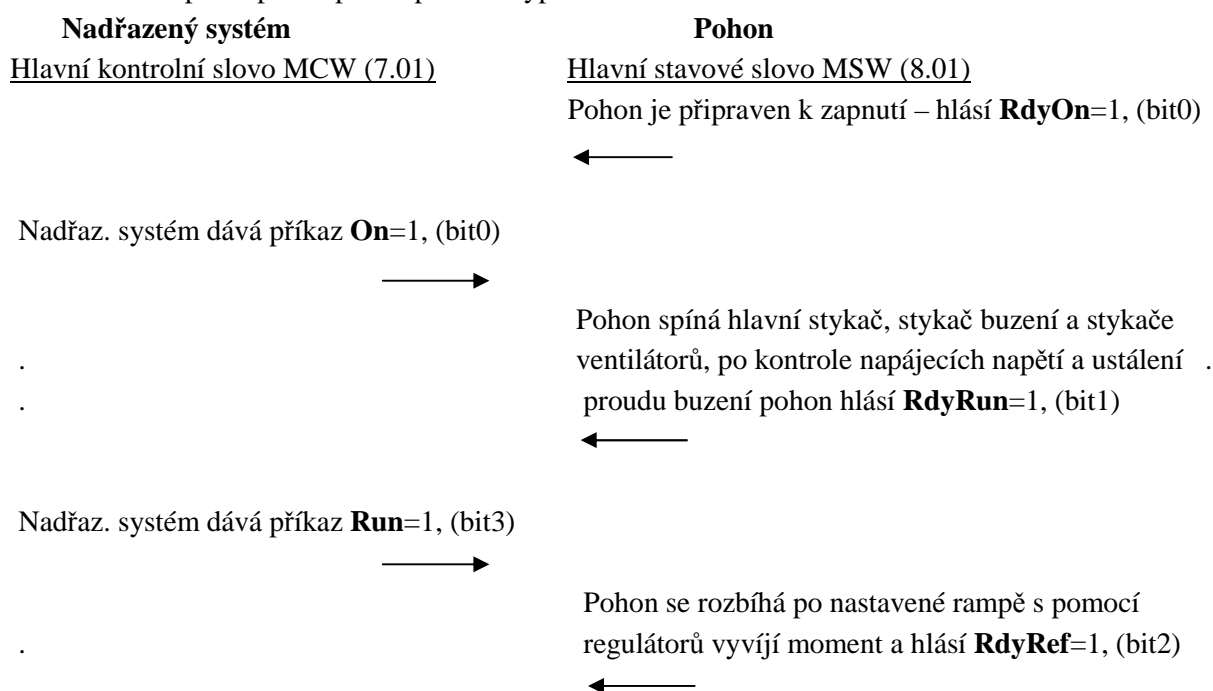
### Dálkové ovládání pohonu nadřazeným systémem

Komunikační systémy jsou dnes již téměř nedílnou součástí dálkového řízení pohonu a díky velké oblibě lze očekávat ještě větší rozmach v tomto směru. Pro výčet všech možností zpravidla sériových komunikací zde není dostatek prostoru a proto jen stručně o těchto možnostech ovládání pohonu..

Komunikace mezi měničem a nadřazeným systémem je řešena 16-ti bitovými kontrolními a stavovými slovy. Nadřazený systém dává příkazy ke startu, reverzaci, nouzovému zastavení a jiné příkazy pomocí kontrolních slov. Všechny kontrolní slova jsou obsaženy v signálové skupině číslo 7. Měnič poskytuje informaci vnitřních stavů tzv. stavovými slovy obsaženými v signálové skupině 8.

**Komunikační profil** je založen na posloupnosti příkazů a hlášení z/do nadřazeného systému pro ovládání pohonu pomocí 16-ti bitových kontrolních a stavových slov.

Komunikační profil posloupností příkazů vypadá následovně:



Nadřazený systém dále musí nastavit žádanou hodnotu reference momentu nebo otáček. Žádané hodnoty otáček nebo momentu se zapisují do paměti RAM a nadřazený systém tyto hodnoty cyklicky přepisuje podle požadavků aplikace. Například zapsání hodnoty do parametru 23.01 udává hodnotu otáčkové reference pro otáčkový regulátor pohonu. Nejvyšší možná hodnota otáček je dána nastavením parametru 50.01 a obvykle se na tuto hodnotu nastavuje i maximální a minimální rychlost v parametrech 20.01 a 20.02. Program měniče DCS800 umožňuje vybrat požadovaný typ komunikace z 8 možností nastavením parametru **98.02** (viz níže).

### Pro komunikaci s nadřazeným systémem je možný výběr z těchto modulů:

- do Slotu1 lze zasunout sériové komunikační moduly RPBA, RMBA, RDNA, RCNA, RETA a další pro ovládání po fieldbusu. Modul RMBA lze zasunout i do Slotu2.
- do Slotu3 je zasunutá rozšiřující komunikační karta COM-8, jejíž optický kanál č.0 je přímo určen pro komunikaci s komunikačním modemem AdvantFieldbus 100 Interface nebo modemem typu Nxxx.

Nastavení parametru **98.02** pro výběr komunikačních modulů vystihuje níže uvedená tabulka:

	Fieldbus (Rxxx)	DDCS (např. AC 800M)	DDCS (Nxxx)	Modbus(RMBA-xx)
0	—	—	—	—
1	X	—	—	—
2	—	X	—	—
3	—	—	X	—
4	—	—	—	X
5	X(jen pro čtení)	X	—	—
6	—	X	—	X(jen pro čtení)
7	—	—	X	X(jen pro čtení)
8	X	—	—	X(jen pro čtení)

0 = Nepoužito	není použita žádná komunikace, implicitní nastavení
1 = Fieldbus	komunikace přes fieldbusový adaptér typu Rxxx připojený ve Slotu1, nastavit Ch0 DsetBaseAddr (70.24) = 1.
2 = COM-8/AC800x	komunikace s ABB nadřazeným systémem přes komunikační modul SDCS-COM-8 připojený ve Slotu3 měniče, nastavení základní adresy je zvoleno prostřednictvím Ch0 DsetBaseAddr (70.24).
3 = COM-8/Nxxx	komunikace s nadřazeným systémem přes komunikační modul SDCS-COM-8 připojený ve Slotu3 měniče a pomocí fieldbusového modulu Nxxx, nastavit Ch0 DsetBaseAddr (70.24) = 1.
4 = Modbus	komunikace přes fieldbusový adaptér typu RMBA-xx připojený ve Slotu1, nastavit ModBusModule2 (98.08), nastavit Ch0 DsetBaseAddr (70.24) = 1.
5 = AC 800xFieldbus	komunikace s nadřazeným systémem ABB přes komunikační modul SDCS-COM-8 připojený ve Slotu3 měniče. Nastavení základní adresy je zvoleno prostřednictvím Ch0 DsetBaseAddr (70.24). Přídavný Fieldbus adaptér Rxxx připojený ve Slotu1 měniče slouží jen pro monitorování. Volba není platná v pro Modbus.
6 = AC 800xModbus	komunikace s nadřazeným systémem ABB přes komunikační modul SDCS-COM-8 připojený ve Slotu3 měniče. Nastavení základní adresy je zvoleno prostřednictvím Ch0 DsetBaseAddr (70.24). Přídavný Modbus adaptér RMBA-xx připojený ve Slotu1 nebo Slotu2 měniče slouží jen pro monitorování.
7 = NxxxModbus	komunikace s nadřazeným systémem přes komunikační modul SDCS-COM-8 připojený ve Slotu3 měniče a Fieldbus Adapter Nxxx. Nastavení základní adresy je zvoleno prostřednictvím Ch0 DsetBase Addr (70.24). Přídavný Modbus adaptér RMBA-xx připojený ve Slotu1 nebo Slotu2 měniče slouží jen pro monitorování.
8 = FldBusModbus	komunikace s nadřazeným systémem pomocí Fieldbus adaptéru Rxxx připojený ve Slotu1. Nastavit Ch0 DsetBaseAddr (70.24) = 1. Volba není platná pro Modbus. Přídavný Modbus adaptér RMBA-xx připojený ve Slotu2 nebo Slotu3 měniče slouží jen pro monitorování.

#### Ovládání programovacími nástroji DW nebo DWL

S pomocí počítače a s programem DW firmy ABB lze provádět veškeré úkony pro ovládání, nastavování a nahrávání parametrů, ladění regulátorů a vizualizaci signálů. Přenos signálů mezi počítačem a měničem je zajištěno rychlou sériovou DDCS komunikací optickými kabely. Do Slotu 3 řídicí desky měniče je zasunutý komunikační modul COM-8 se 4 optickými kanály. Pro tuto možnost

ovládání pohonu programem DW je určen optický kanál č. 3 v modulu COM-8. Pro připojení počítače s měničem se používají optické distributory např. NDPA-02. Kanálem č.3 lze ovládat až 5 pohonů. Programem DWL lze také nastavovat, nahrávat a monitorovat parametry měniče.

### Adaptivní Program

Další možností, jak uživatel může ovládat pohon, je využití parametrů Adaptivního Programu. Tento program ve své podstatě nahrazuje programovatelný automat pro jednoduché aplikace. Program je tvořen bloky a maximální počet je omezen na 16 bloků z nabídky 20 různých předdefinovaných typů bloků. Pro jednodušší a přehlednější adaptivního programování se používá PC nástroj DWL AP tool připojený přes rozhraní RS232 (konektor X34). Pro Adaptivní Program jsou vyčleněny parametry skupin 83, 84, 85 a 86, takže se dá nastavit i ovládacím panelem bez použití počítače.

Strukturu bloku číslo 1 vystihuje *obr. 1. 7*. Každý blok má zvolenou funkci, musí mít na vstupu hodnotu konstanty nebo číslo parametru. Hodnota na výstupu bloku je zapsána do parametrů pro další zpracování. Bloky používají dva číselné formáty – dvojkovou soustavu a celočíselnou.

Volbou parametru AdaptProgCmd (83.01) je možno zvolit mód adaptivního programu:

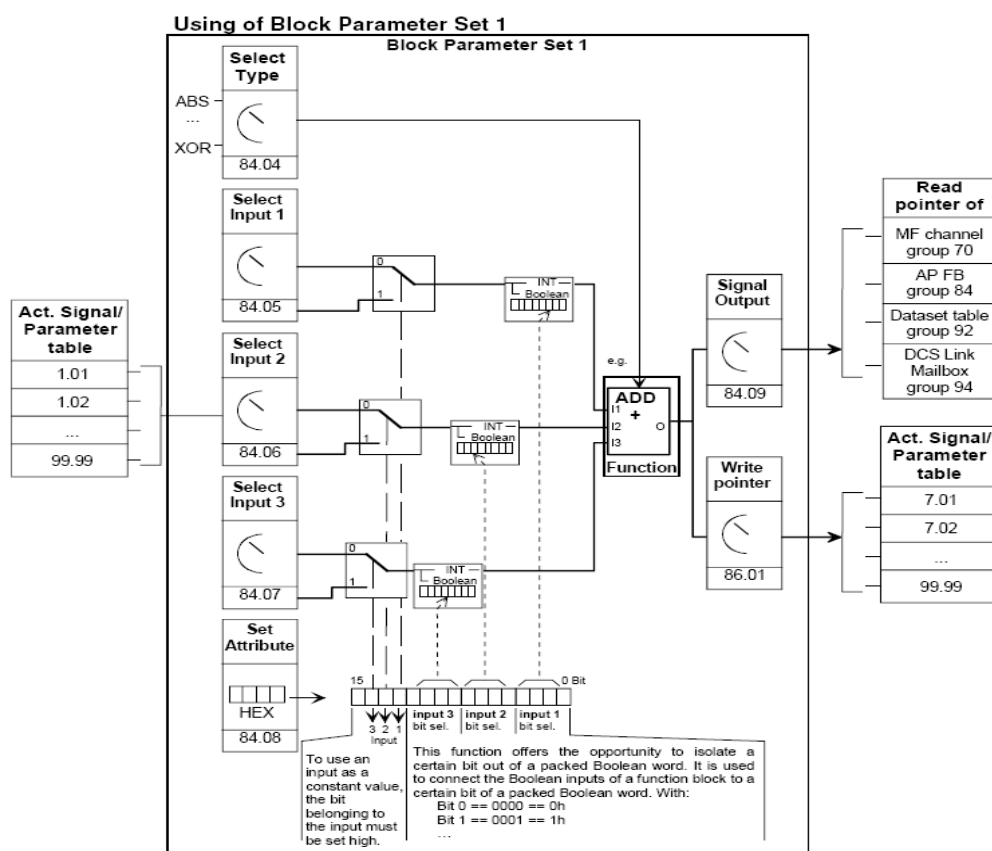
0 = stop adaptivního programu, program nemůže být měněn

1 = běžící analogový program, program nemůže být měněn

2 = program neběží, může být nahráván

3 = program běží jenom jednou, po nastavení parametru 83.06 se program zastaví a přepne na stop=0

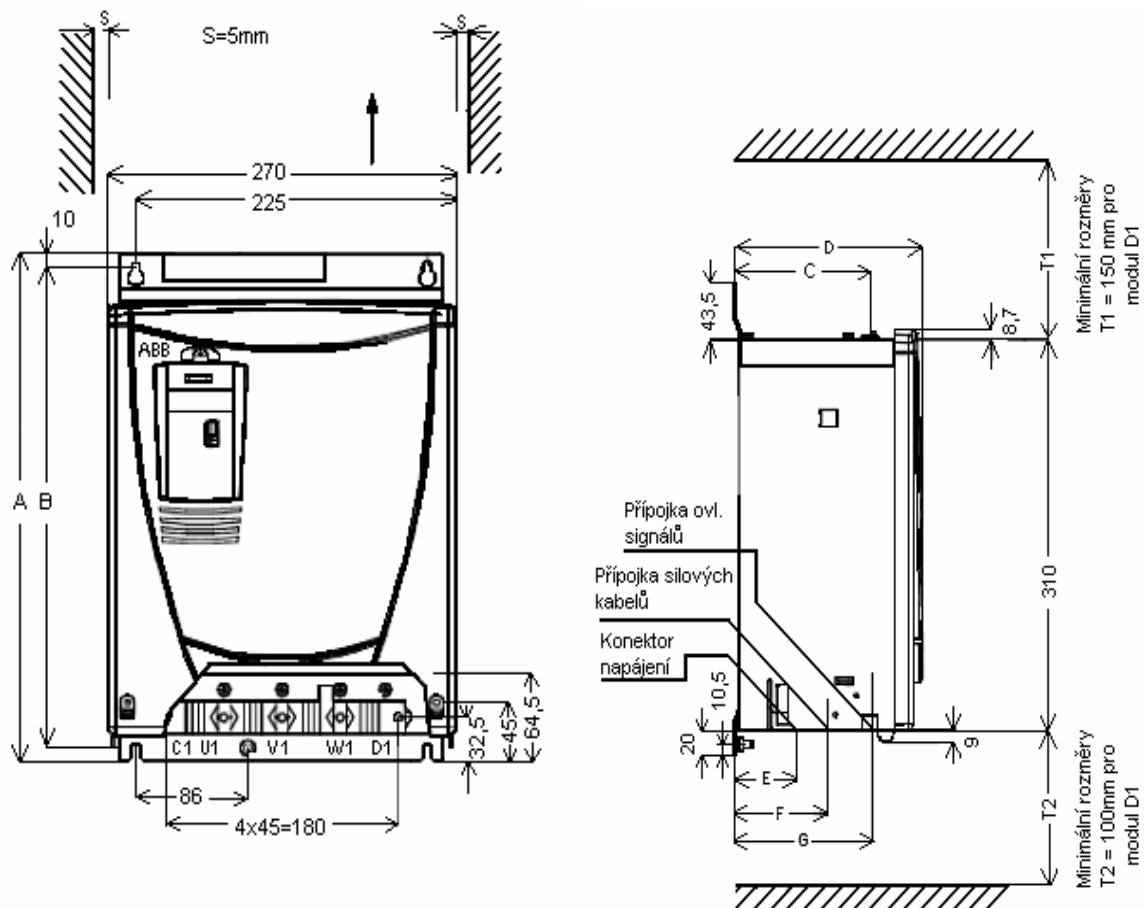
4 = běží jen jeden blok, jehož číslo je nastaveno parametrem 84.03



*Obr. 1. 7. Struktura bloku Adaptivního Programu*

## Montážní rozměry měniče DCS800

Montážní rozměry usměrňovače DCS800 ( velikost modulu D1 ) včetně tabulky velikostí ukazuje *obr. 1. 8*. Rozměry jsou udávány v milimetrech. Rozměry S, T<sub>1</sub> a T<sub>2</sub> udávají minimální vzdálenost od přepážek pro dobrou ventilaci chladícího vzduchu.



	A	B	C	D	E	F	G	H	S	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	Váha
Velikost	370	350	142	200	67	98	145	M6	5	150	100	11kg

*Obr. 1. 8. Montážní rozměry usměrňovače DCS800*

### 1. 2. 3 Měniče ACS800

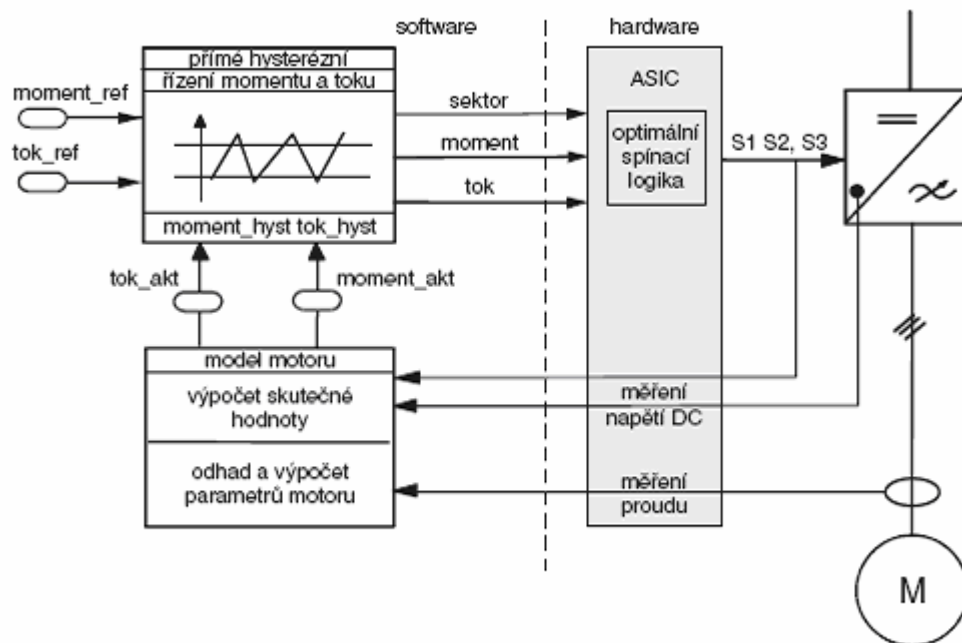
Přednosti měničů ACS800 [9] oproti předcházejícím modelům:

- zkvalitnění konstrukce odrážející vývoj nových technologií a maximální komfort pro uživatele
- menší rozměry i přes volitelné příslušenství uvnitř měniče
- jednodušší uvádění do provozu pomocí programu **Start-up asistent**
- možnost adaptivního programování
- větší kapacita paměti, vyšší rychlost procesoru a zdokonalené programové vybavení výrazně zvýšily rychlost řízení a rychlost komunikace
- vyšší počet vstupů a výstupů měniče



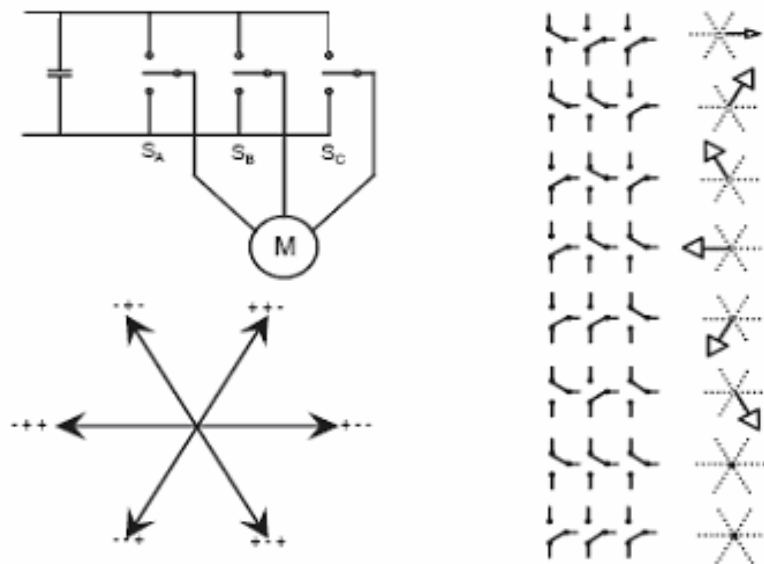
*Obr.1. 9. Měniče ACS800 v různých provedeních*

Nepřímé měniče frekvence s napětovým meziobvodem ACS800 (na obr. 1. 9) koncepčně navazují na osvědčenou předchozí řadu měničů ACS600, které již také využívají moderní technologii přímého řízení momentu [4],[5],[10]. Jádrem myšlenky přímého řízení momentu DTC (naznačena na obr.1. 10) jsou hysterezní regulátory momentu a magnetického toku, které využívají optimalizovanou spínací logiku, čímž odpadá prvek modulátoru. Velmi důležitou částí řízení je přesný matematický model motoru [6]. V tomto modelu se vypočítává skutečný moment, statorový magnetický tok a otáčky hřídele z proudu měřeného ve dvou fázích motoru a ze stejnosměrného napětí v meziobvodu. Tyto výpočty jsou během jedné sekundy uskutečněny až 40 000 krát, takže DTC „ví“ přesně, jak se chová hřídel motoru. Přesnost modelu motoru závisí na tzv. identifikačním běhu, který se uskuteční při uvádění pohonu do provozu. Hlavními parametry modelu motoru jsou proměnné parametry náhradního obvodu motoru. Je respektován jak vliv teploty, tak i sycení. Referenční hodnoty momentu a toku jsou porovnávány se skutečnými hodnotami a řídicí signály jsou generovány dvouúrovňovou hysterezní logikou [7]. Vysoká kvalita řízení je dána tím, že každý regulační cyklus trvá pouze 25  $\mu$ s. To je také hlavní rozdíl mezi metodou DTC a tradičními metodami řízení střídavých pohonů. V DTC není samostatný pulzně-šířkový modulátor (PWM), který by řídil napětí a frekvenci. Optimální spínací logika je realizována procesorem ASIC (Application Specific Integrated Circuits - aplikačně specifické integrované obvody). Referenční hodnoty pro větve (S1, S2, S3) silového modulu jsou dány výstupem této logiky. Zpětnovazební informace o stavu výkonových součástek jsou použity pro výpočet skutečné velikosti a polohy napětového vektoru. Metoda DTC je popisována jako spínání just in time, každé sepnutí je potřebné a využité.



Obr. 1.10. Jádrem metody DTC je „přímé“ řízení momentu a magnetického toku spolu s optimální spínací logikou a matematickým modelem motoru

Hysterezní řízení statorového toku a momentu DTC využívá teorii vektorového řízení a teorii přímého řízení. K popisu veličin motoru je použito jejich zobrazení ve tvaru prostorových vektorů. Vektory toku a proudu a vektory napětí motoru jsou reprezentovány ve statorových souřadnicích. Ve dvouúrovňovém napěťovém střídači je k dispozici šest napěťových vektorů a dva vektory s nulovým napětím (obr. 1. 11).



Obr 1. 11. Řízení vektoru statorového toku osmi vektory pro dosažení požadovaného momentu

Moment je tvořen vektorovým součinem prostorových vektorů magnetického toku statoru a rotoru nebo statorového proudu a toku. Absolutní hodnota vektoru statorového toku je udržována pokud

možno konstantní a moment motoru je řízen velikostí úhlu mezi vektory statorového a rotorového toku. Typická časová konstanta rotoru standardního indukčního stroje je větší než 100 ms, takže rotorový tok je velmi vyhlazený a mění se ve srovnání se statorovým podstatně pomaleji. To se využívá k dosažení požadovaného momentu ovládním jen vektoru statorového toku v potřebném směru. Je-li třeba zvětšit moment, je požadován takový způsob sepnutí měniče, aby bylo co nejrychleji dosaženo požadované velikosti. To je umožněno řízením okamžité hodnoty vektoru statorového toku výstupním napětím střídače. Spínací logický obvod přesně určuje nejvýhodnější vektor napětí podle skutečné a referenční hodnoty momentu. Při výběru schématu sepnutí se rovněž bere v úvahu absolutní délka vektoru statorového toku, tj. jeho velikost. Vodivostní schéma spínačů se mění pouze tehdy, liší-li se skutečný moment a statorový tok od referenčních hodnot více, než je povolená hystereze.

Díky uvedeným vlastnostem nabízí DTC extrémně rychlou momentovou odezvu (pod 2 ms) a velmi rychlou reverzaci. Moment vykazuje značnou linearitu v celém rozsahu otáček, včetně nulových. Přesnost otáček je velmi dobrá v celém otáčkovém rozsahu, a to i bez nutnosti použít zpětnovazební čidlo otáček.

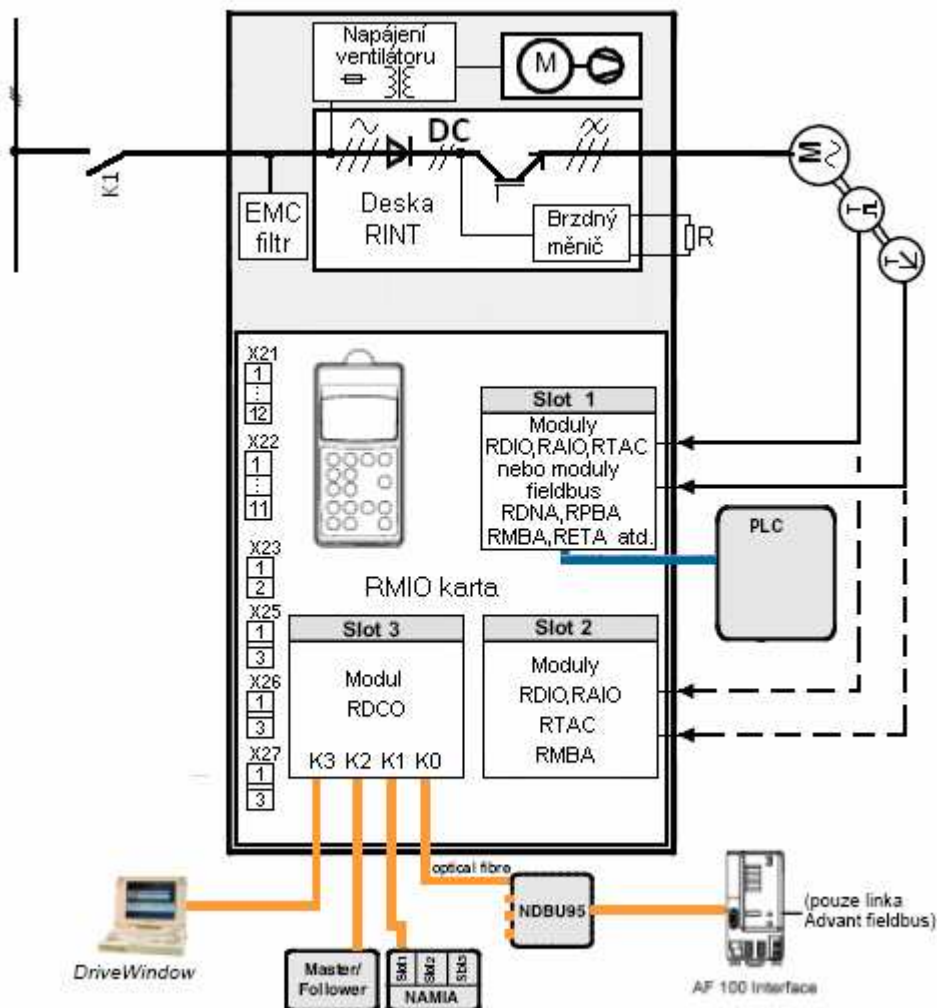
### Technické data měničů ACS800

<u>Napájecí napětí</u>	třífázové napájecí napětí 208...690V
<u>Frekvence</u>	48...63Hz
<u>Výkon</u>	1,1...2800kW
<u>Možnost přetížení</u>	150%
<u>Krytí</u>	IP21, IP55
<u>Pracovní teplota</u>	- 15...+50°C
<u>Měření otáček ve zpětnovazební smyčce pomocí:</u>	- inkrementálního snímače - vyhodnocení z matematického modelu
<u>Digitální vstupy</u>	7, ( až 13 při použití rozšiřujícího RDIO modulu )
<u>Reléové výstupy</u>	3, ( až 9 pomocí rozšiřujících RDIO modulů )
<u>Analogové vstupy</u>	3, ( až 5 pomocí rozšiřujícího RAIO modulu )
<u>Analogové výstupy</u>	2, ( až 4 pomocí rozšiřujícího RAIO modulu )
<u>Přesnost měř. otáček</u>	0.005% pomocí inkrementálního snímače
<u>Brzdění</u>	pomocí brzdového měniče do odporu
<u>Účinník</u>	$\cos\varphi$ 0,93...0,95
<u>Účinnost</u>	98%
<u>Výstupní frekvence</u>	0...+(-)300Hz
<u>Ochrany</u>	nadproud, zkrat, porucha izolace, výpadek napájecí fáze, výpadek fáze na výstupu, přetížení motoru ( $I^2 \cdot t$ ), přepětí, podpětí, přehřátí měniče, zablokování motoru.
<u>Metody chlazení</u>	suchý čistý vzduch
<u>Nadmořská výška</u>	0...1000m bez omezení výkonu, 1000...4000m s omezením výkonu
<u>Sériová komunikace (volitelný modul ve SLOT1):</u>	- Profibus, Modbus, CANopen, ControlNet, DeviceNet, Ethernet



## Zapojení měniče ACS800 a rozšiřujících modulů

Zapojení měniče ACS800 s využitím volitelných rozšiřujících modulů zasunutých do Slotu1, Slotu2 nebo Slotu3 je na obr.1. 12. Pomocné obvody měniče jsou napájeny ze silové části uvnitř měniče.



Obr. 1.12. Zapojení měniče ACS800 s využitím rozšiřujících modulů

### Technické vybavení měniče ACS800

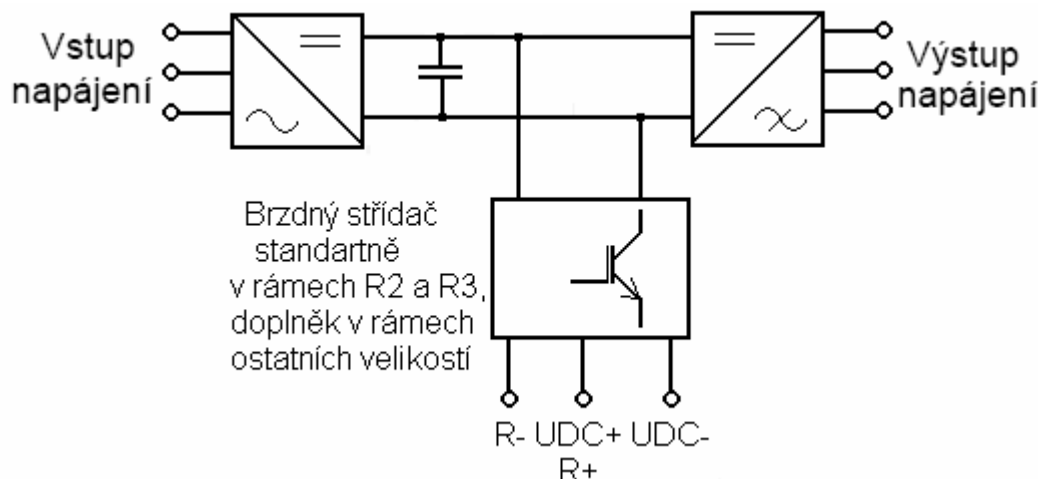
Mezi technické vybavení měniče se řadí řídicí deska měniče RMIO, deska hlavního obvodu RINT, deska s varistory (při zvolení filtr EMC) a brzdny střídač dodávaný standartně v rámech R2 a R3.

#### Řídicí deska RMIO

Deska RMIO obsahuje svorkovnice pro připojení analogových i digitálních vstupů a výstupů, dále konektory (Sloty) pro zasunutí rozšiřujících modulů analogových, digitálních a komunikačních (na obr. 1. 12), mikroprocesor s pamětmi a programovým vybavením pro řízení pohonu a další důležité nezbytné části po bezporuchový chod pohonu. Schéma zapojení řídicí desky s popisem funkčních částí pro tuto aplikaci zatěžovacího stanoviště je na obr 2. 2 v projektové dokumentaci.

### Brzdňý měňič

Brzdňý měňič je vřhodyňé zařřzení v aplikačřích s velkými setrvačňými hmotami, kdy při prudkém snížení referenční rychlosti se musí mařit nastřřádaná energie generovaná z elektromotoru do meziobvodu měňiče. Brzdňý měňič (střřídač) pracuje jako pulsnř měňič odporu, jehož výkon se měňř šířkou pulsů do brzdřícího rezistoru zapojeného na svorky R+ a R-. V parametrech měňiče se musí aktivovat použitř brzdňého měňiče, vypnout kontrolu přepětřř, nastavit výkon a odpor rezistoru a mód brzdňého měňiče. Zapojení měňiče a svorky pro zapojení rezistoru je znázorněno na obr. 1. 13.



Obr. 1. 13. Zapojení brzdňého měňiče

### **Programově vybavenř ACS800**

#### Možnosti programu měňiče ACS800

Program měňiče umořňuje nastavit v parametrech měňiče některé řřádané vlastnosti pohonu:

- identifikace motoru – spouřtřř se automaticky při prvnřm zadání ke spuřtění motoru
- překonání vřpadku napájení – při vřpadku napájení pohon bude pokračovat v provozu při využitřř kinetické energie a motor bude generovat energii do meziobvodu. Pohon mřže pokračovat dále po obnovenř napětřř, pokud zřstane sepnutřř hlavnřř stykač.
- automatický start – motor detekuje polohu rotoru a mřže startovat do roztočeného motoru
- DC magnetizace – měňič magnetizuje motor přřed spuřtřenřm a zaručuje maximální zátěžňý moment při nulovřř otáčkách až do 200% jmenovitého momentu motoru.
- blokování nulovřř otáček při zastavenřř motoru
- brždění magnetickřm tokem a optimalizace magnetického toku
- programovatelné ochranné funkce
- tepelnř model měňiče - proudově přřetřřžení měňiče je sledováno pomocí tepelného modelu v reálném čase na základě měření teploty uvnřřř modulů IGBT, což umořňuje on-line počřtat a regulovat aktuální přřetřřžitelnost s ohledem na teplotu okolí.

#### Adaptivňř program

Maximální velikost Adaptivňřho programu je 15 funkčňřch bloků z nabřřdky 20 rřznřřch přředefinováňřch typů bloků. Pro adaptivňř program jsou vřčleněny parametry skupin 84 a 85, takře pro vytvoření adaptivňřho programu lze pouřřt ovládacř panel bez nutnosti pouřřt počřtač.

### Přednastavená makra

Uživatelský program měniče může být vybaven 5 rozdílnými přednastavenými makry pro nejvýužívanější nastavení parametrů v aplikacích pohonů. Změnou makra pohon může být jednoduše nakonfigurován pro žádanou aplikaci.

### Možnosti programu měniče ACS800

Program měniče umožňuje nastavit v parametrech měniče některé žádané vlastnosti pohonu:

- identifikace motoru – spouští se automaticky při prvním zadání ke spuštění motoru
- překonání výpadku napájení – při výpadku napájení pohon bude pokračovat v provozu při využití kinetické energie a motor bude generovat energii do meziobvodu. Pohon může pokračovat dále po obnovení napětí, pokud zůstane sepnutý hlavní stykač.
- automatický start – motor detekuje polohu rotoru a může startovat do roztočeného motoru
- DC magnetizace – měnič magnetizuje motor před spuštěním a zaručuje maximální zátěžný moment při nulových otáčkách až do 200% jmenovitého momentu motoru.
- blokování nulových otáček při zastavení motoru
- brždění magnetickým tokem a optimalizace magnetického toku
- programovatelné ochranné funkce
- tepelný model měniče - proudové přetížení měniče je sledováno pomocí tepelného modelu v reálném čase na základě měření teploty uvnitř modulů IGBT, což umožňuje on-line počítat a regulovat aktuální přetížitelnost s ohledem na teplotu okolí.

### **Možnosti ovládání měniče a typy rozhraní ACS800**

#### Ovládání programovacích nástrojů DW nebo DWL

Připojení počítače s programem DW k měniči ACS800 je zobrazeno na *obr. 1. 12*. Ve Slotu3 v řídicí desce měniče je zasunutý modul RDCO komunikující s modulem např. NDPA-02 na straně počítače. Pro ovládání pohonu tímto způsobem se používá optický DDCS komunikační kanál č.3 na desce RDCO.

#### Místní ovládání panelem CDP 312

Displej panelu CDP 312 (*obr. 1. 14*) má 4 řádky po 20 znacích.

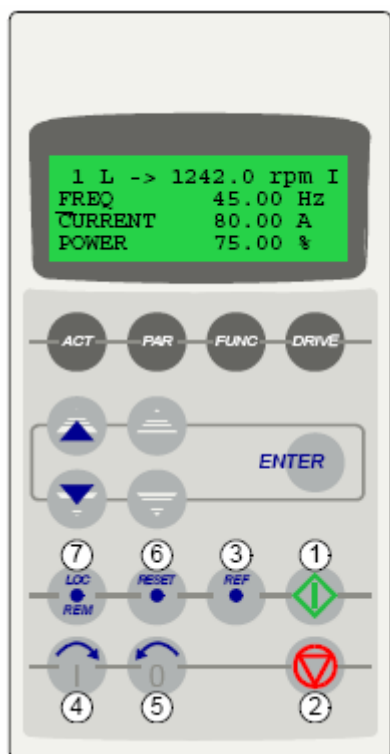
Ovládací panel zobrazuje čtyři provozní režimy:

- aktuální signál
- parametrický režim
- režim funkcí
- režim výběru pohonu

Pokud je zvolen místní režim, uživatel může z panelu zadávat příkazy:

- startovat, zastavovat a měnit směr otáčení motoru
- zadávat referenční otáčky nebo moment motoru
- zadávat procesní reference (je-li PID regulace procesu aktivní)
- resetovat poruchová a varovná hlášení
- provádět změnu mezi místním a dálkovým ovládáním pohonu

Resetovat poruchová a varovná hlášení může uživatel vždy, i když není zvolen místní režim.



Číslo	Použití
1	Start
2	Stop
3	Aktivace reference
4	Směr otáčení -VPRAVO
5	Směr otáčení -VLEVO
6	Resetování poruchy
7	Změna místního / dálkového ovládání

Obr. 1. 14. Ovládací panel měniče ACS800

#### Dálkové ovládání digitálními a analogovými signály

Tento způsob ovládání pohonů je nejpoužívanější v jednoduchých aplikacích, neboť nutně nemusí využívat rozšiřující komunikační moduly, jak je tomu při ovládání po fieldbusu nadřazeným systémem. Definováním konkrétních vstupů a výstupů v parametrech měniče a připojením analogových a digitálních signálů na svorkovnice řídicí desky RMIO se vytvoří požadovaná jednoduchá aplikace pro ovládání pohonu.

#### Dálkové ovládání nadřazeným systémem

Stejně jako u měniče DCS800, taktéž měnič ACS800 může být ovládán nadřazeným řídicím systémem prostřednictvím sériové komunikace pomocí rozšiřujících modulů s moderními komunikačními protokoly Fieldbus, Modbus a AdvantFieldbus. Výčet modulů a možnosti jejich připojení do Slotů řídicí desky RMIO ukazuje obr. 1. 12. K určitým typům použitých modulů (zvolených parametrem 98.02 v měniči) se nastavují druhy komunikačních profilů (volbou parametru 98.07). Měnič ACS800 podporuje tři komunikační profily. Nastavení parametrů 98.02 a 98.07 pro konkrétní typy komunikačních modulů je uvedeno v tabulce:

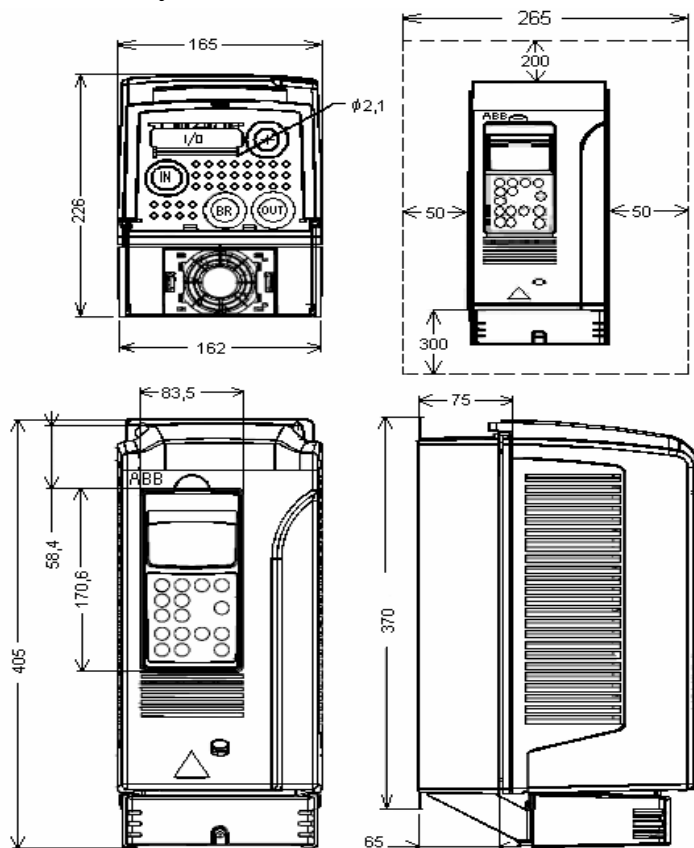
Typ modulu	Komunikační mod.98.02	Komunikační profil 98.07
Moduly Rxxx (např.RPBA) - Slot1	Fieldbus	Generic nebo ABB Pohony
Modul RMBA - Slot1 nebo Slot2	Modbus	ABB Pohony
Fieldbus Adapter Nxxx - RDCO (kanál č.0)	Fieldbus	ABB Pohony
Advant Fieldbus (AF100)- RDCO (kanál č.0)	Advant	ABB Pohony

Parametry pohonu můžou být nastaveny tak, že pohon dostává všechny informace přes fieldbusové rozhraní nebo ovládání se může kombinovat s jinými typy ovládání, např. s digitálními a analogovými vstupy. Zdroj řídicího signálu nebo příkazu nadřazeným systémem určen nastavením parametrů 10.01 (řízení startu, zastavení a směru otáčení EXT1) = KOMUN.RS, popř. 10.02 (řízení startu, zastavení a směru otáčení EXT2) = KOMUN.RS a další nastavení pro zadání referenčních signálů a to reference otáček nebo momentu parametry 11.03 (EXT1 REF) nebo 11.06 (EXT2 REF).

Komunikace mezi měničem a nadřazeným systémem zaměštnává datové soubory a je řešena 16-ti bitovými slovy. Jeden datový soubor je tvořen třemi 16-ti bitovými datovými slovy – sadami. Nadřazený systém dává příkazy ke startu, reverzaci, nouzovému zastavení atd. zápisem binárních hodnot do tzv. kontrolních slov, informace o stavu pohonu jsou čteny prostřednictvím tzv. stavových slov. Kontrolní i stavové signály se nacházejí v signálové skupině číslo 3. Nadřazený systém dále musí nastavit žádanou hodnotu reference momentu nebo otáček. Žádané hodnoty otáček nebo momentu se zapisují do paměti RAM. Například zapsání hodnoty do parametru 11.03 udává hodnotu otáčkové reference pro otáčkový regulátor pohonu. Minimální a maximální hodnoty pro otáčkovou referenci jsou -20 000 až 20 000 implicitních jednotek, to odpovídá nejnižší a nejvyšší možné hodnotě otáček danou nastavením maximální a minimální rychlosti v parametrech 20.01 a 20.02.

Rozsah a možnosti ovládání jsou dány komunikačními profily, aktivní komunikační profil typu ABB Pohony umožňuje větší možnosti ovládání pohonu než typ Generic. Modul RPBA připojený do Slotu 1 měniče lze použít pro oba typy komunikačních profilů.

#### Montážní rozměry měniče ACS800 (obr. 1. 15)



Obr. 1. 15. Montážní rozměry měniče frekvence ACS800.

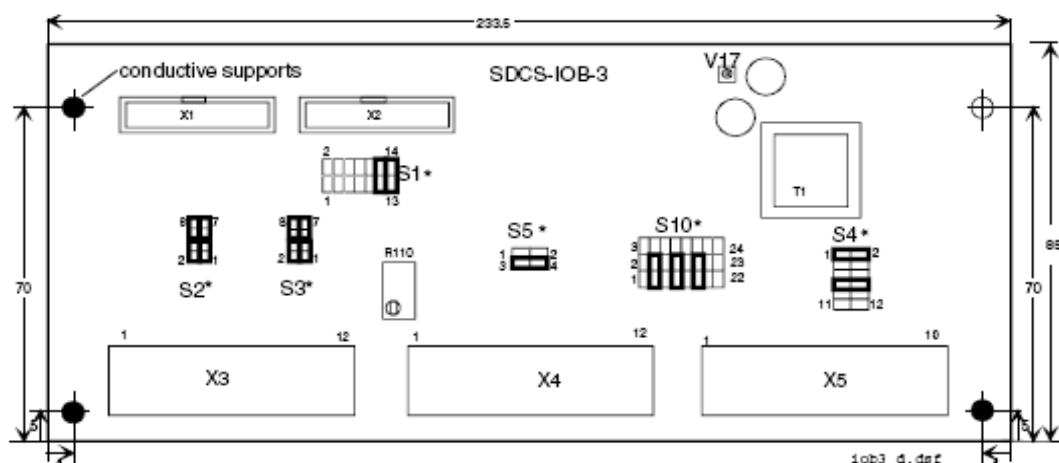
### 1. 2. 4 Přídavné moduly pro styk měniče s okolím

Rozšiřující moduly lze rozdělit do tří základních skupin:

- digitální
- analogové
- komunikační

#### Analogová a enkodérová karta rozhraní SDCS – IOB – 3

Rozložení svorkovnic analogového modulu SDCS – IOB – 3 včetně rozměrů je na *obr. 1. 16*. Pro nastavení potřebných úrovní jsou na modulu propojovací svorky.

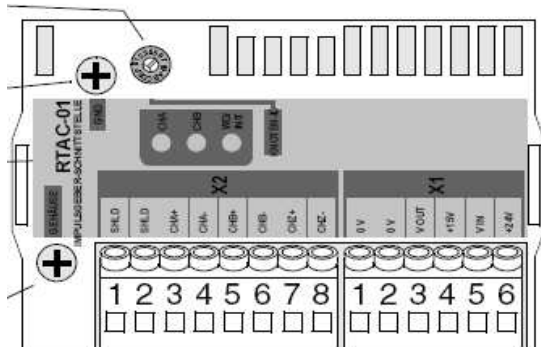


*Obr. 1. 16. Karta rozhraní SDCS - IOB - 3*

Analogový modul slouží pro připojení 5 analogových vstupů, 3 analogové výstupy, opticky oddělené speciální vstupy pro napojení enkodéru a proudový zdroj 1,5/5mA pro měření teploty motoru. Analogové vstupy jsou na svorkovnici X3, pro analogové výstupy a proudový zdroj slouží svorkovnice X4 a pro připojení enkodéru je určena svorkovnice X5. Pro napojení s řídicí deskou a propojením s digitálním modulem (pokud je použit) jsou určené svorkovnice X2 a X3.

#### Modul RTAC

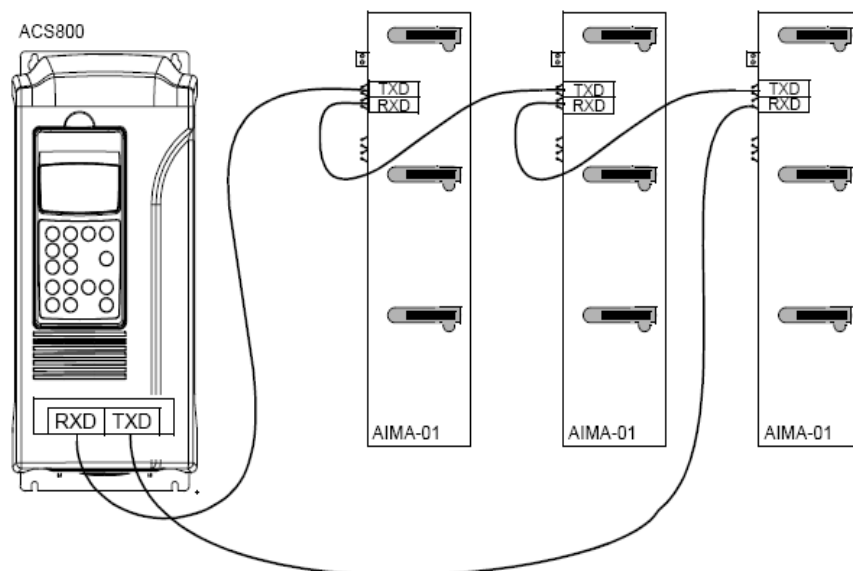
Modul RTAC (na *obr. 1. 17*) zabudován ve Slotu1 nebo ve Slotu2 v měniči nebo ve Slotu vstupně-výstupního adaptéru AIMA-01 slouží k připojení inkrementálního snímače otáček a upravuje signály pro měnič.



*Obr. 1. 17. Modul RTAC pro připojení inkrementálního snímače*

### Vstupně/výstupní adaptér AIMA-01

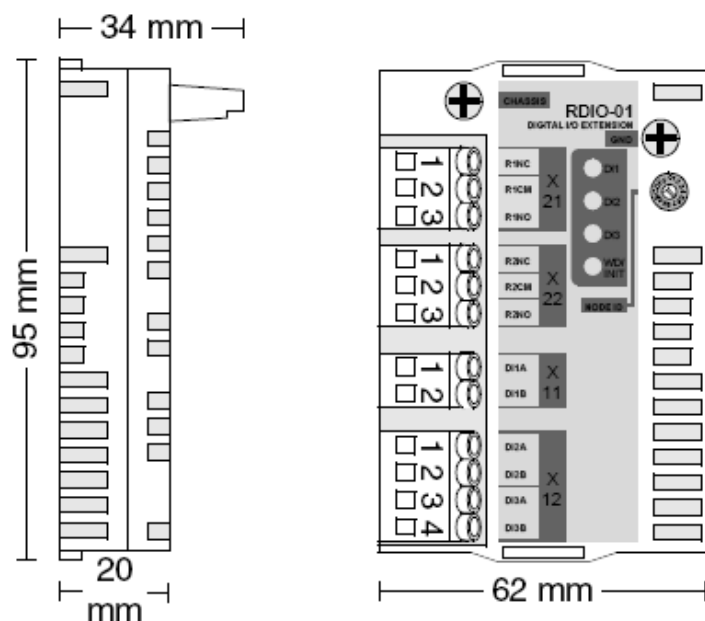
Adaptér AIMA-01 je externí modul komunikujícím s měniči pomocí optické linky protokolem DDCS a je určen pro montáž až tří externích modulů RDIO, RAIO a RTAC. V kruhovém zapojení optických linek s měničem může být zapojeno několik adaptérů, jak lze vidět na *obr. 1. 18*.



*Obr. 1. 18. Adaptéry AIMA ve spojení s měničem*

### Digitální rozšiřující modul RDIO-01

Rozšiřující modul RDIO (na *obr. 1. 19*) obsahuje 3 digitální vstupy s možností připojení napětí s rozsahem 24V...250V stejnosměrných nebo 110V...230V střídavých. Elektrická pevnost mezi digitálními vstupy a reléovými výstupy je 2,5kV, mezi DI2 a DI3 je 1,5kV.



*Obr. 1. 19. Digitální modul RDIO*

Modul se vkládá do konektoru Slot1 nebo Slot2 v měniči nebo do Slotů vstupně/výstupního adaptéru AIMA-01. Pokud je modul instalován do adaptéru AIMA-01, musí být nastavena ID adresa kruhovým přepínačem S1, nastavení adresy modulu při instalaci ve Slotu měniče není nutná.

Pro detekci rychlejších vstupních signálů může být aktivován filtr pro každý digitální vstup zvlášť nastavením DIP přepínačů.

Zobrazení stavu digitálních vstupů a stav modulu je signalizován čtyřmi LED diodami. Tři jsou pro zobrazení stavů digitálních vstupů a jedna je pro indikaci stavu modulu.

### **1. 2. 5 Komponenty ocelové konstrukce OK2**

Stejnoseměrný motor s cizím buzením:

Napětí kotvy : 400V	Proud kotvy: 12A	
Napětí buzení: 400V	Proud buzení: 0.95A	
Výkon: 3200W	Otáčky: 1000ot/min	Moment: 30Nm

Asynchronní motor:

Napětí: 3x400V, 50Hz	Proud: 5,4A	
Výkon: 2200W	Otáčky: 940ot/min	Moment: 22Nm

Elektromagnetická brzda:

Napětí: 203V ss	Proud: 0.8A
Výkon: 160W	

Ventilátor chlazení stejnosměrného motoru:

Napětí: 3x400V, 50Hz	Proud: 0,63A
Výkon: 480W	Otáčky: 940ot/min

Ventilátor chlazení asynchronního motoru:

Napětí: 3x400V, 50Hz	Proud: 0,63A
Výkon: 480W	Otáčky: 940ot/min

Inkrementální snímač:

Napájecí napětí: 9V...30V	Počet pulsů na otáčku: 2048
---------------------------	-----------------------------



## 2 Projektová dokumentace realizovaného stanoviště

### 2.1 Technická zpráva

#### 1) Všeobecný popis

Tato projektová dokumentace řeší realizaci zatěžovacího stanoviště pro laboratoř elektrických pohonů pomocí dostupných komponentů firmy ABB.

#### 2) Podklady k realizaci

Podklady pro vypracování projektu byly dodány na digitálních nosičích v elektronické podobě firmou ABB společně s komponenty. Digitální nosiče obsahují manuály pro připojení měničů, možnosti použití a zapojení rozšiřujících desek rozhraní a modulů, programovací manuály pro nastavení parametrů pro různé aplikace a taktéž PC nástroje pro přehlednější programování parametrů měničů, program pro adaptivní programování, údržbu a vizualizaci důležitých elektrických veličin. Dále knihovny funkčních standardních bloků pro tvorbu programu a knihovny speciálních bloků pro zadávání příkazů a referencí nadřazeným systémem do měniče a bloky pro příjem stavových slov z měniče.

Digitální CD nosiče obsahují tyto programy pro PC:

- DriveWindow Light
- DriveWindow
- ControlBuilder
- DriveSize

#### 3) Bezpečnostní předpisy

Elektrická instalace musí odpovídat platným bezpečnostním předpisům týkajících se elektrických zařízení nn k ochraně před úrazem elektrickým proudem.

VÝSTRAHA: Ovládací napětí 230V, 50Hz pro hlavní stykač je napojeno z hlavního přívodu a tudíž zůstává pod napětím i při vypnutém hlavním stykači KM0.

#### **Při práci na elektrickém zařízení je třeba dodržovat následující pokyny:**

- instalaci a údržbu měničů může provádět pouze kvalifikovaná osoba.
- nikdy nepracovat na měniči, kabelu motoru nebo motoru, pokud je zapnuto hlavní napájení
- po vypnutí napájení počkat u měniče frekvence 5 minut, než se vybijí kondenzátory v meziobvodu
- neprovádět zkoušky izolace napájeného měniče
- po opětovném připojení kabelu motoru provést kontrolu správného otáčení
- elektronické součástky jsou citlivé na elektrostatické výboje, proto při výměně desek s plošnými spoji používejte zemní náramek.

#### 4) Napěťové soustavy

- Silové obvody :     napěťová soustava TN-C-S, 3+N+PE, 400V, 50Hz
- Ovládací obvody :   napěťová soustava TN-C-S, 230V, 50Hz
- napěťová soustava IT, 230V, 50Hz
- napěťová soustava IT, 24V DC (vnitřní napětí z měničů)

#### 5) Popis funkce zatěžovacího stanoviště

Zatěžovací stanoviště je navrženo tak, aby bylo možno provozovat oba motory najednou. Jeden motor je navolen jako hnací (provozní) pracující v motorickém režimu, druhý je navolen jako hnáný (zatěžovací), který pracuje v generátorickém režimu. Pokud pracuje stejnosměrný motor v generátorickém režimu, čtyřkvadrantní můstek měniče DCS800 dodává energii do sítě. Jestliže bude generovat střídavý motor, měnič ACS800 je vybaven brzdovým měničem převádějícím nadbytečnou energii z meziobvodu do brzdového odporu. Brzdu ovládají oba měniče a přepínačem se zvolí ten měnič, který bude v provozním režimu.

Při ovládání a zapínání stanoviště je doporučeno řídit se návodem na obsluhu vypracovaným v následující kapitole.

#### 6) Ochrana před úrazem elektrickým proudem

Ochrana před úrazem elektrickým proudem je provedena v síti TN-C-S podle ČSN 332000-4-41 samočinným odpojením od zdroje.

#### 7) Ochrana proti tepelnému přetížení měniče a zkratu

Měniče používají vnitřní ochrany a chrání měnič, vstup a kabely motoru před tepelným přetížením, pokud jsou správně dimenzované na jmenovitý proud jednotky.

#### 7) Vnější vlivy

Vnější vlivy dle ČSN 332000 - 3: AB5 – normální

#### 8) Instalovaný, vypočtený výkon

Instalovaný výkon :  $P = 10 \text{ kW}$ , vypočtený výkon :  $P = 6 \text{ kW}$

#### 9) Nouzové zastavení

Pro nouzové zastavení pohonů je na dostupném místě na panelu aretační vypínač, který zablokuje chod obou měničů. Při aktivaci nouzového zastavení dochází ihned k elektrickému brždění pohonů po rampě nouzového zastavení nastavené v parametrech měničů. Po dobrždění odpadá relé brzdy, u měniče DCS800 odpadá stykač chlazení a kotevní stykač, buzení je přerušeno zablokováním pulsů polořízeného můstku. Ovládací napětí 230V měniče DCS800 zůstává zapnuto. Stykač napájení měniče ACS800 zůstává rovněž sepnutý, měnič je jen zablokován kontaktem pro nouzové zastavení relé KT5.

Po obnovení napětí na cívku relé nouzového zastavení KT5 lze ihned provozovat měnič frekvence ACS800, u měniče DCS800 se musí zapnout silový obvod měniče tlačítkem S4. Následně se automaticky sepnou stykače kotvy a chlazení.

#### 10) EMC

Měniče splňují ustanovení evropských směrnic pro nízkonapěťová zařízení a elektromagnetickou kompatibilitu EMC (označené značkou CE).

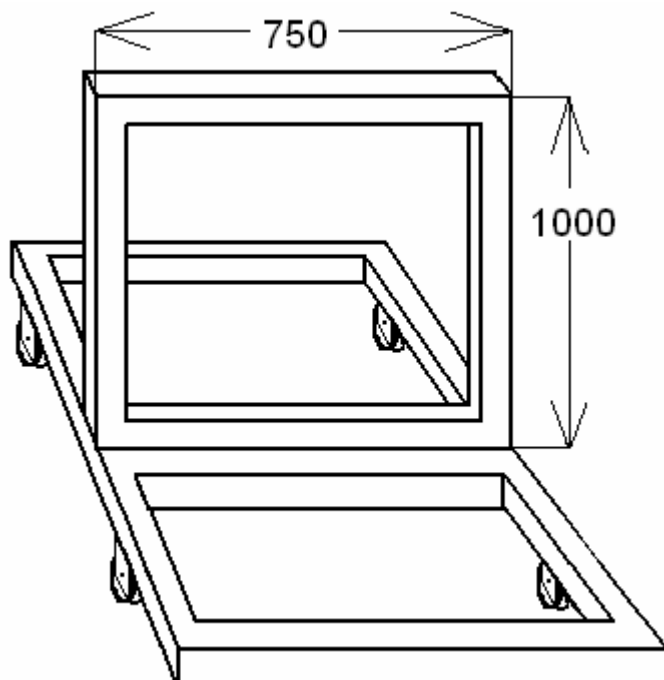
## 2. 2 Výkresová dokumentace

### 2. 2. 1 Strojní dokumentace

Strojní výkresy:

- konstrukce OK1 pro montáž elektrických komponentů
- konstrukce OK2 pro montáž elektrických pohonů

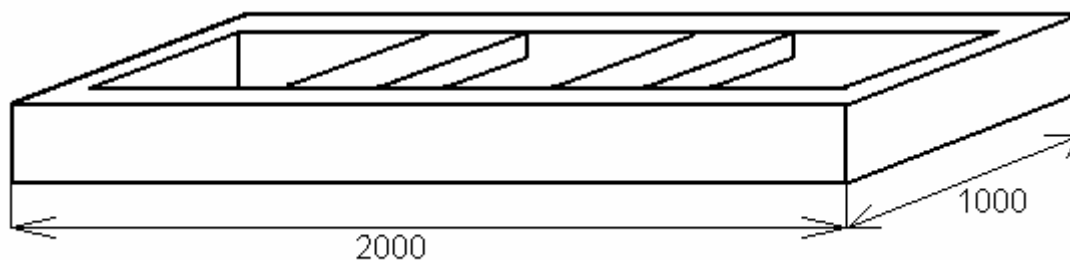
Výkres konstrukce OK1 pro montáž elektrického zařízení je na *obr.1. 25*.



*Obr. 1. 25. Ocelová konstrukce OK1 určená pro montáž elektrického zařízení*

Při montáži měničů na svislý rám stojanu je potřeba respektovat vzdálenosti pro dobrou cirkulaci chladícího vzduchu. Ostatní elektrické přístroje budou zabudovány na vhodných místech na stojanu s respektováním montážních parametrů měničů.

Výkres konstrukce OK2 pro montáž elektrických pohonů je na *obr. 1. 26*.



*Obr. 1. 26 .Ocelová konstrukce OK2*

## 2. 2. 2 Elektrická dokumentace

Elektrická dokumentace obsahuje elektrotechnická schémata pro zapojení elektrického zařízení a schémata rozvržení ovládacích prvků a přístrojů. Obsah schémat:

- Zapojení měniče DCS800 (*obr. 2. 1*)
- Zapojení měniče ACS800 (*obr. 2. 2*)
- Zapojuvací schéma ovládacích obvodů konstrukce OK1 (*obr. 2. 3*)
- Zapojuvací schéma silových obvodů stanoviště (*obr. 2. 4*)
- Zapojení vnějších obvodů k desce SDCS - IOB - 3 (*obr. 2. 5*)
- Připojení desky rozhraní SDCS – IOB – 3 k měniči (*obr. 2. 6*)
- Zapojení snímače otáček pro měnič ACS800 (*obr. 2. 7*)
- Montážní schéma ovládacích prvků stanoviště (*obr. 2. 8*)
- Zapojení ovládacích prvků stanoviště (*obr. 2. 9*)

### Popis výkresové dokumentace

Obvodové schéma **Zapojení měniče DCS800** zahrnuje ovládací i silovou část připojení měniče. V této části je zakreslen silový přívod a hlavní stykač KM0 pro napájení veškerého elektrického zařízení zatěžovacího stanoviště. Ovládací napětí pro hlavní stykač je napojeno z hlavního přívodu a tudíž zůstává pod napětím i při vypnutém hlavním stykači KM0. Kotevní měnič je napájen napětím 3x400V sepnutím stykače KM1, který je řízen digitálním výstupem DO8 na desce SDCS-PIN-4. Digitální výstup DO8 je aktivován digitálním vstupem DI7 sepnutím relé KA1 a zároveň při splnění podmínek v programu měniče (bezporuchový stav). Stykač KM2 pro chlazení obou motorů je spínán měniči až při rozběhu motoru nebo pokud motor začíná vytvářet moment.

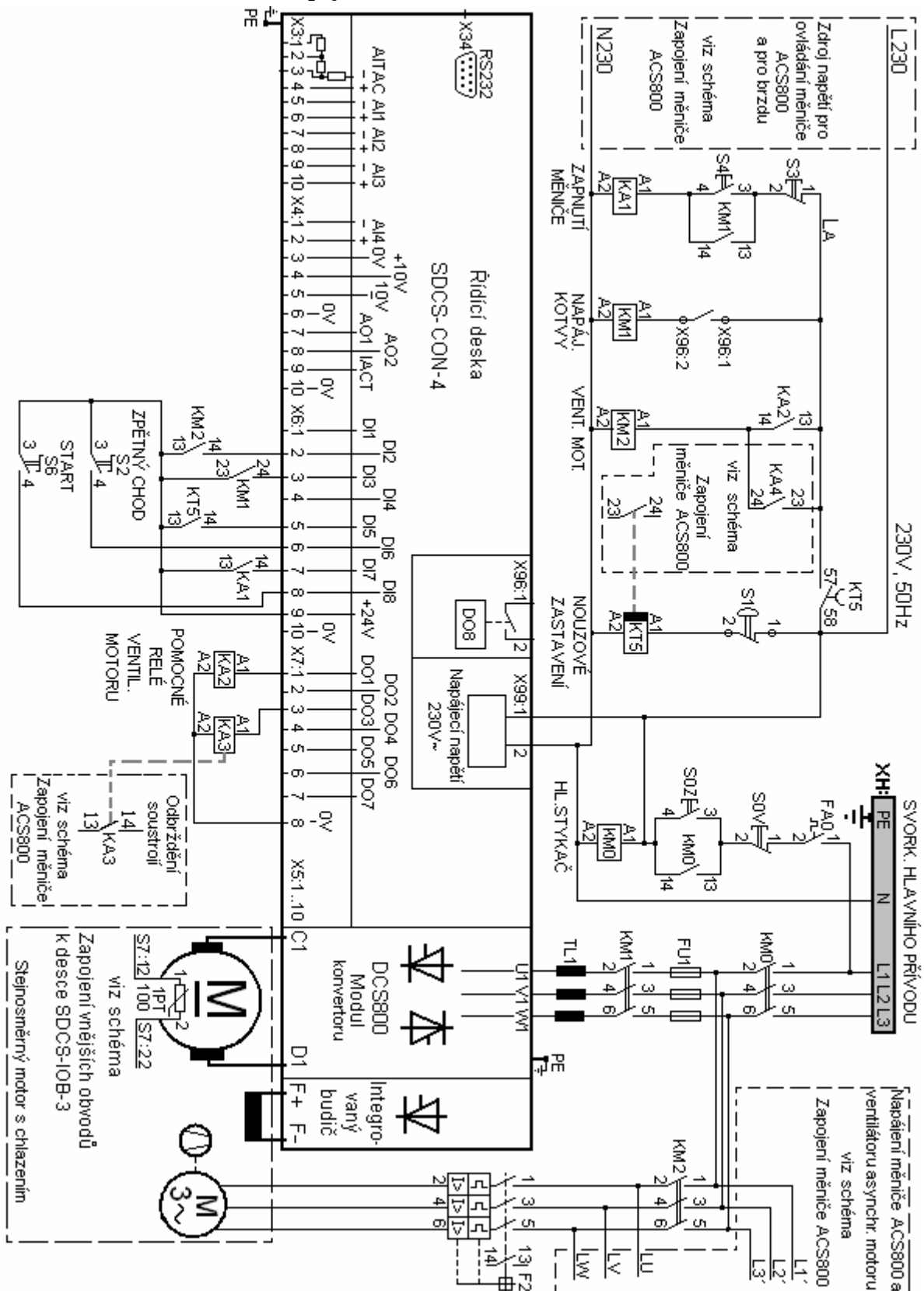
Při stisknutí tlačítka nouzového zastavení se rozeptne cívka časového relé KT5 a tato informace je zavedena do měniče, jenž začínají vyvíjet brzdny moment motorů v závislosti na nastavené rampě. Po dobrždění zpožděně rozeptne kontakt časového relé a tímto se vypíná buzení stejnosměrného motoru, chlazení obou motorů, napájení kotevního měniče a elektromagnetické brzdy.

Součástí obvodového schéma **Zapojení měniče ACS800** je i zapojení elektromagnetické brzdy, která je spínána oběma měniči kontakty relé KA3 a KA4. Přepínačem je možné zvolit, který měnič bude brzdu ovládat.

**Zapojuvací schéma ovládacích obvodů konstrukce OK1 a Zapojuvací schéma silových obvodů stanoviště** znázorňuje odkazy pro zapojení a rozvržení ovládacích obvodů všech elektrických přístrojů a komponentů zatěžovacího stanoviště.

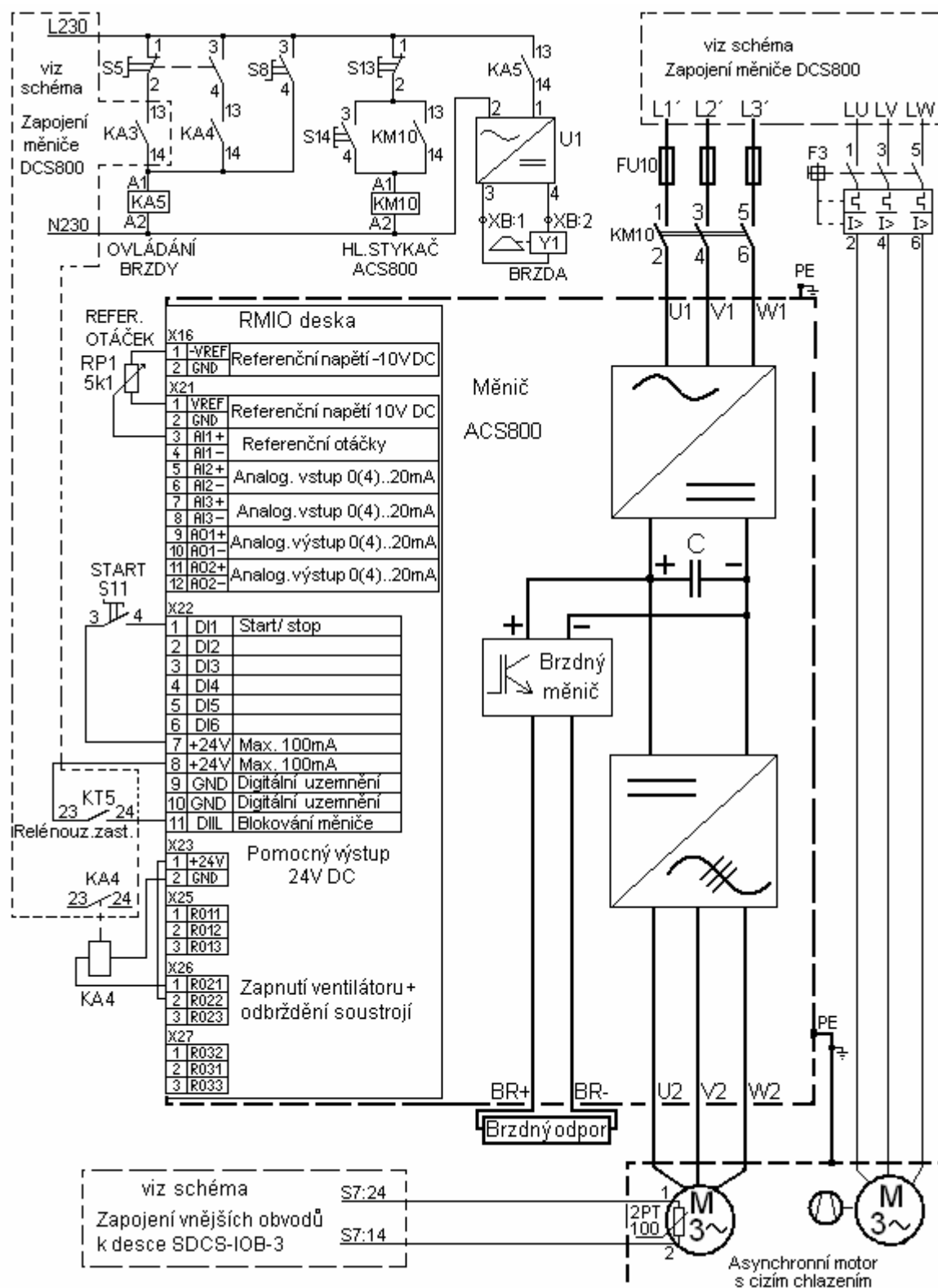
**Zapojení vnějších obvodů k desce SDCS - IOB - 3** vystihuje připojení potenciometrů pro nastavení referenčních otáček a momentů a připojení snímačů. Deska je připojena pomocí dvou plochých kabelů s konektory k měniči DCS800. Slouží pro připojení potenciometrů a snímačů teplot vinutí k analogovým vstupům a k připojení inkrementálního snímače. Potenciometr pro regulaci otáček je připojen k analogovému vstupu AI1, potenciometr pro nastavení momentu stejnosměrného motoru je připojen k analogovému vstupu AI3. Pro připojení inkrementálního snímače přes galvanicky oddělené vstupy včetně jeho napájení je určen svorkovnice X5. Na analogový vstup AI2 jsou přes přepínač připojeny snímače teplot vinutí motorů napájené proudovým výstupem desky.

## Zapojení měniče DCS800



Obr. 2.1. Zapojení měniče DCS800

## Zapojení měniče ACS800



Obr. 2. 2. Zapojení měniče ACS800

**Terminál**

**Měníč DCS800**

**Kontr. deska CON - 4**

**Deska PIN - 4**

**Měníč frekvence ACS800**

**RMIO deska**

**Refer napětí -10VDC**

**Refer napětí 10VDC**

**Refer. otáčky**

**0(4)...20mA**

**0(4)...20mA**

**0(4)...20mA**

**0(4)...20mA**

**Start/ stop**

**DI2**

**DI3**

**DI4**

**DI5**

**Nouzové zast.**

**DI6**

**+24V Max. 100mA**

**+24V Max. 100mA**

**GND Digitální uzemnění**

**GND Digitální uzemnění**

**DIL Blokovaní měniče**

**+24V**

**GND**

**Pomocný výstup 24V DC**

**R011**

**R012**

**R013**

**R021**

**R022**

**R023**

**Zapnutí ventilátoru +odbrždění pohonu**

**R032**

**R031**

**R033**

**Digitální vstupy**

**Digitální výstupy**

**Napájecí napětí 230V~**

**DO8**

**X96:1**

**X99:1**

**U1:2**

**XH:L1**

**S0V:2**

**X99:1**

**S3:2**

**KM2:13**

**KT5:13**

**X96:2**

**S13:2**

**S14:4**

**KA2:14**

**KM1:23**

**S2:3**

**FA0**

**KM0**

**FU1**

**FU10**

**KM1**

**KM10**

**KM2**

**F2**

**F3**

**S0V:1**

**KT5:58**

**XH:N**

**KM1:A2**

**KA1:A1**

**S4:4**

**KM0:A2**

**X6:3**

**X6:2**

**TL1**

**KT5:13**

**KT5:58**

**X99:2**

**S8:3**

**KA4:14**

**KA5:14**

**U1**

**XB1:2**

**Y1:A2**

**Y1:A1**

**KT5:57**

**KA4:23**

**X7:1**

**S5:2**

**X7:3**

**KA2:13**

**S3:1**

**X26:1**

**KM1:23**

**KA1:13**

**X96:1**

**S1:2**

**KA1**

**KA5**

**U1:2**

**U1:1**

**KT5:A2**

**KM0:1**

**KM0:A2**

**XH:L1L2L3NPE**

**KA2**

**KA3**

**KA4**

**KA5**

**KA2:14**

**KA5:A1**

**X23:2**

**X22:11**

**X6:5**

**KA5:A2**

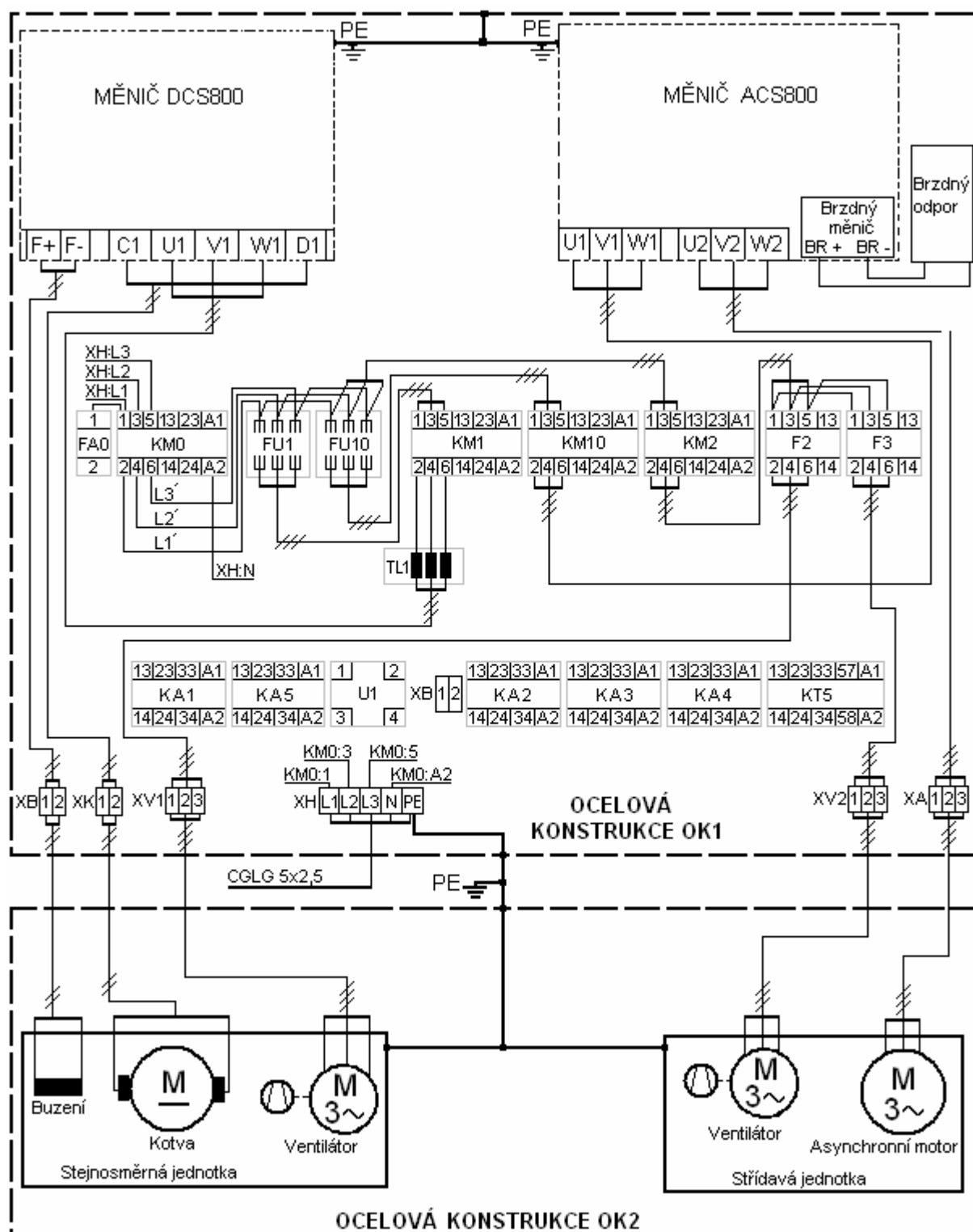
**KM0:14**

**KA5:13**

**OCEROVÁ KONSTRUKCE OK1**

39

## Zapojovací schéma silových obvodů stanoviště

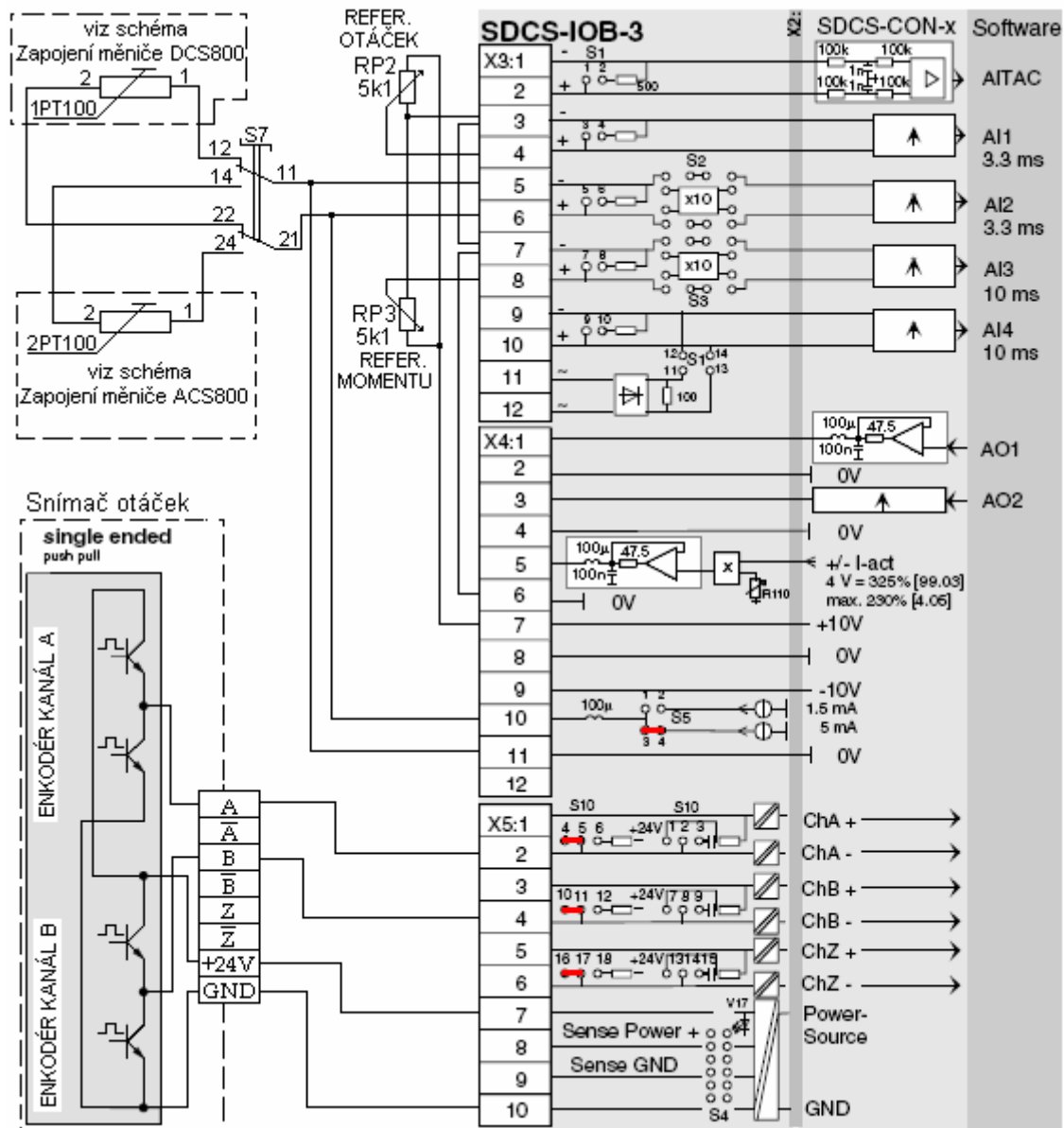


Obr. 2. 4. Zapojovací schéma silových obvodů stanoviště



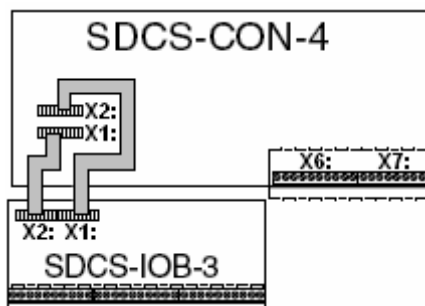
## Zapojení vnějších obvodů k desce SDCS - IOB - 3

Deska rozhraní SDCS - IOB - 3 analogových vstupů a výstupů nahrazuje a rozšiřuje možnosti analogových vstupů a výstupů řídicí desky měniče SDCS - CON - 4. V parametrech měniče je nutno nastavit parametr **98.15 IO BoardConfig** na hodnotu **2 = SDCS-IOB-3 (jen SDCS-IOB-3 připojena)**. Tímto parametrem se deaktivuje analogová část řídicí desky měniče a aktivuje se deska rozhraní. Výhodou této desky je jednak galvanické oddělení vnějších obvodů od sběrnice měniče a taktéž aktivní proudový zdroj pro připojení snímačů měření teploty motorů.



Obr. 2. 5. Zapojení vnějších obvodů k desce SDCS - IOB - 3

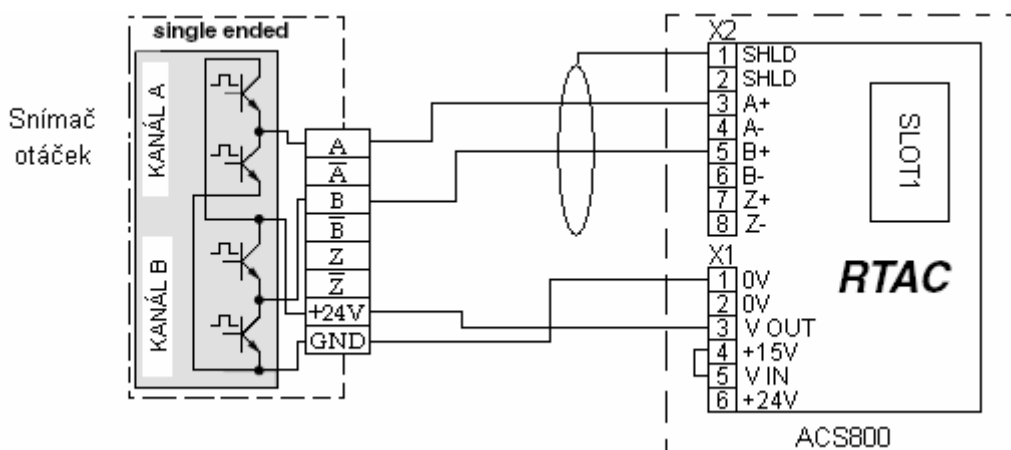
### Připojení desky rozhraní SDCS – IOB – 3 k měniči DCS800



Obr. 2. 6. Připojení desky rozhraní k měniči DCS800

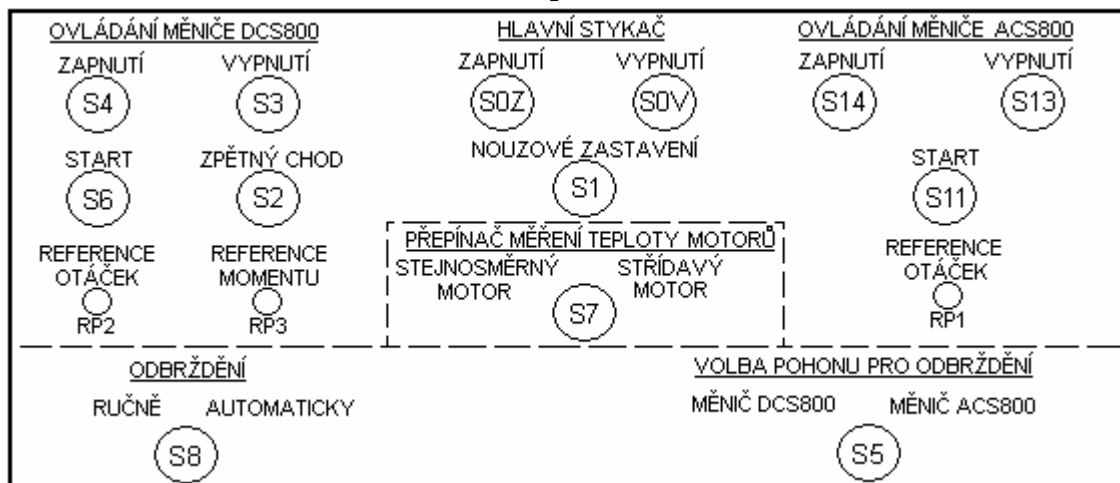
Připojení desky rozhraní k měniči (obr. 2. 6) je tvořeno dvěma plochými kabelem délky max. 1,7 m zakončenými konektory na obou stranách. Konektory X1 a X2 na straně měniče jsou umístěny v dolní části řídicí desky SDCS – CON – 4 poblíž sběrnic pro napojení analogových a digitálních signálů.

### Zapojení snímače otáček pro měnič ACS800 (obr 2. 7)



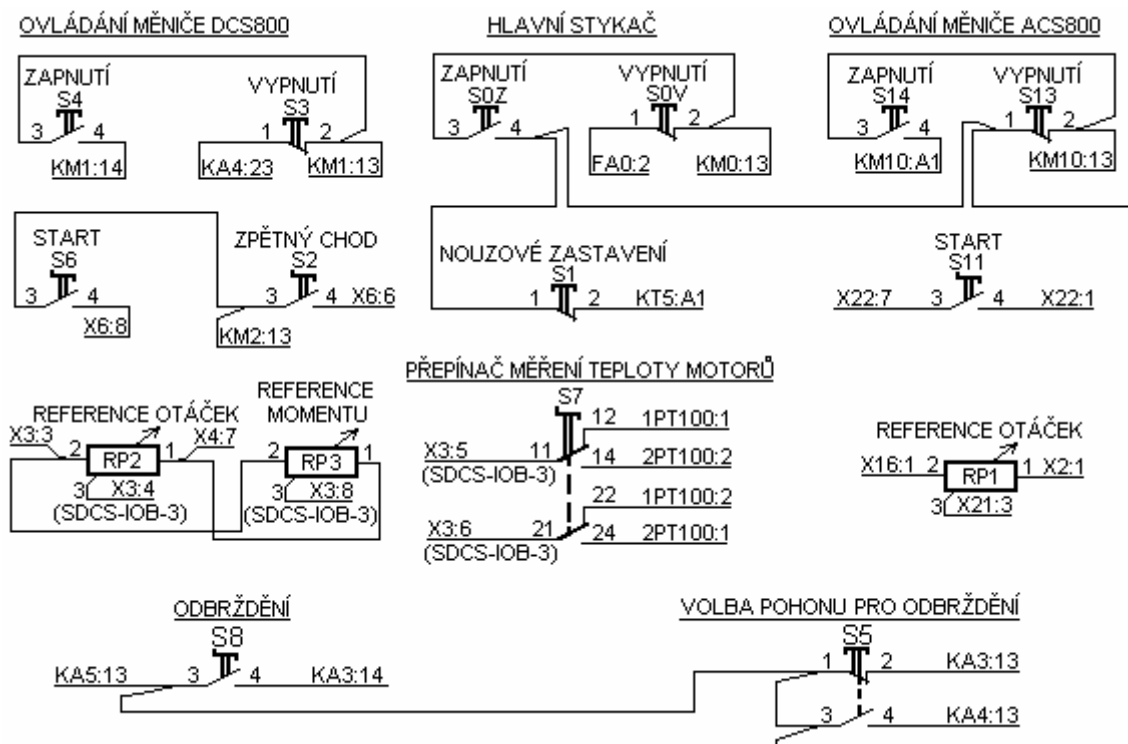
Obr. 2. 7. Zapojení snímače otáček

### Montážní schéma ovládacích prvků stanoviště



Obr. 2. 8. Montážní schéma ovládacích prvků stanoviště

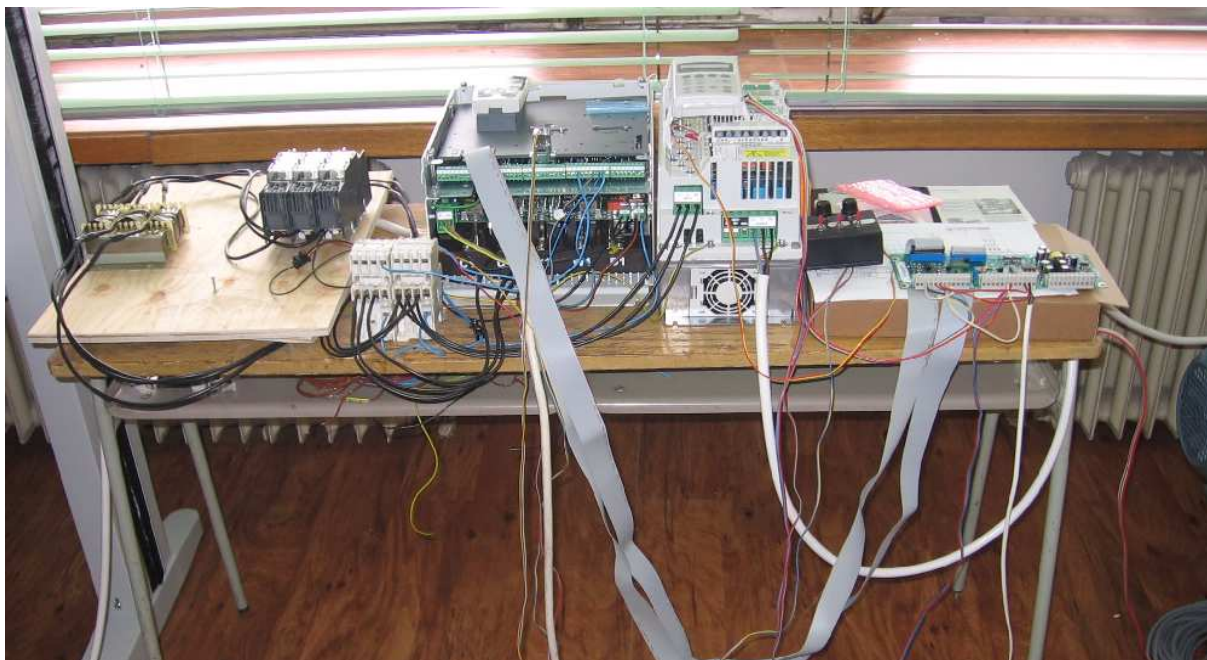
## Zapojení ovládacích prvků stanoviště



Obr. 2. 9. Zapojení ovládacích prvků stanoviště

### 3 Uvádění zatěžovacího stanoviště do provozu

Prvními kroky při uvádění stanoviště do provozu je provizorní zapojení komponentů soustrojí, správné nastavení propojek kontrolních desek, přepočet vyhovujícího zatížení při dimenzování motorů, naladění regulátorů měničů pro optimální odezvu přechodových dějů, uvedení měničů do provozu s využitím potřebných periferních zařízení, nastavení parametrů měničů a nakonec provedení funkčních zkoušek zatěžovacího stanoviště. Provizorní zapojení stanoviště pro vyzkoušení bezporuchového chodu pohonů při funkčních zkouškách ukazuje *obr. 3. 1* a *obr. 3. 2*.



*Obr. 3. 1.*

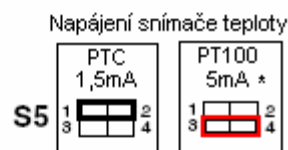
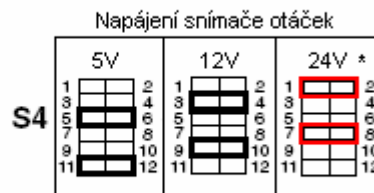


*Obr. 3. 2.*

### 3.1 Nastavení propojek desky rozhraní SDCS - IOB - 3

V této aplikaci je výhodné ponechat standardní (defaultní) nastavení propojek, viz *obr. 3. 3*.

NASTAVENÍ PROPOJEK					
Funkce analogových vstupů					
Analog kanál	Použitím propojek S1, jak je znázorněno, připojí paralelní rezistor 500Ω na vstupy (proudový vstup 0(4)...20mA)	dělička1 -10V... ...+10V	dělička10 -1V...+1V	Měření zbytkového proudu X3:11 X3:12	
S1 S2 S3	AI1 S1:1-2	ANO			
	AI2 S1:3-4	ANO			
	AI3 S1:5-6				
	AI4 S1:7-8				
	AI4 S1:9-10	ANO		S1:11-12 S1:13-14	
Nastavení propojek úrovně napětí a typ pulsů inkrementálního snímače (single ended push / pull , 24V)					
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 10px;">S10</div> </div>					
* standardně nastavené propojky					

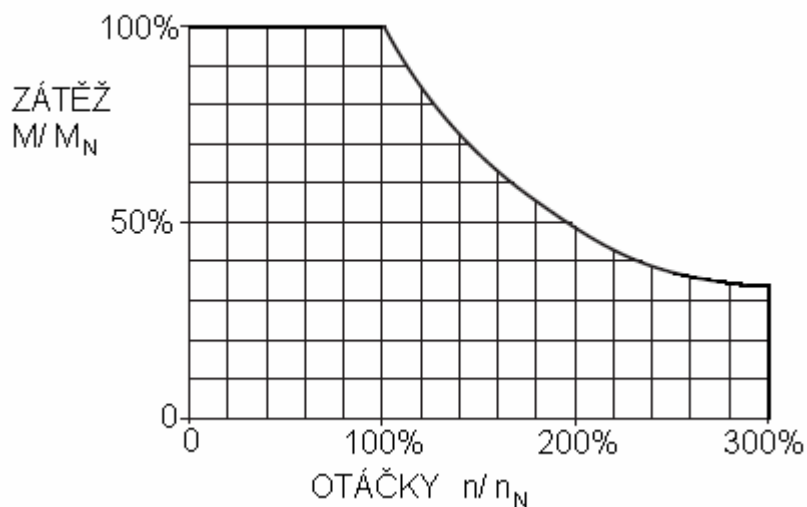


Obr. 3. 3. Nastavení propojek desky rozhraní SDCS - IOB - 3

### 3.2 Dimenzování pohonů zatěžovacího stanoviště

#### Dimenzování stejnosměrného pohonu

Momentová charakteristika stejnosměrného motoru s cizím buzením je na *obr. 3. 4*.

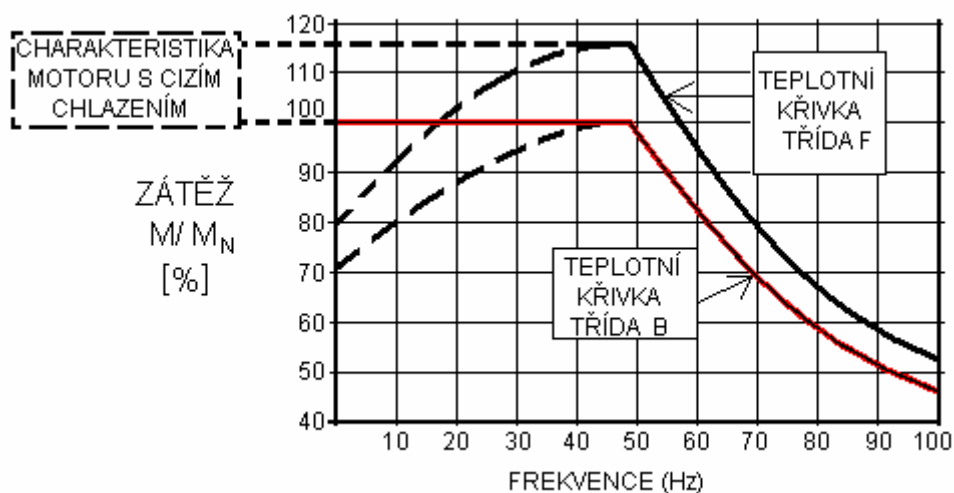


Obr. 3. 4. Momentová charakteristika stejnosměrného motoru

Stejnoseměrný motor lze zatěžovat jmenovitým točivým jmenovitým momentem 30Nm v celém regulačním rozsahu od nulových otáček až do jmenovitých otáček motoru. Snižováním budícího proudu lze zvyšovat otáčky nad jmenovitou rychlost motoru. Kotevní proud však nelze zvyšovat, proto křivka dovoleného zatížení motoru má klesající charakter.

Dimenzování stejnosměrného motoru se odvíjí taktéž od charakteru zátěže, která je v tomto případě pasivní, vytvořená zatěžovacím momentem hnaného asynchronního motoru a celkovými mechanickými ztrátami. Oba momenty působí proti pohybu hnacího motoru. Při výpočtech dimenzování motoru se většinou vychází z výpočtu **ekvivalentního momentu**, který je součtem všech dílčích momentů. Typem zatížení v aplikacích s měniči se předpokládá charakter S5 - přerušovaný chod s rozběhem a bržděním. Pasivní moment pomáhá brzdit pohon a může převládat nad dynamickým momentem. Pokud při brždění soustrojí budou tyto momenty (v ideálním případě) stejné, motor nemusí vyvíjet žádnou práci.

### Dimenzování asynchronního motoru



Obr. 3. 5. Momentové charakteristiky asynchronních motorů

Při dimenzování asynchronního motoru při frekvenčním řízení se vychází ze znalosti křivky momentové charakteristiky motoru, která je odlišná od běžné charakteristiky asynchronního motoru připojeného přímo na síť. V této konkrétní aplikaci je použitý asynchronní motor s cizím chlazením a momentová charakteristika motoru při frekvenčním řízení je naznačena na obr. 3. 5. Díky cizímu chlazení je možné asynchronní motor zatěžovat dlouhodobě jmenovitým momentem již od nulových otáček až po jmenovité otáčky motoru. Odtud křivka exponenciálně klesá vlivem snižování magnetického toku (motor je odbuzován, protože frekvence roste a napětí zůstává konstantní). Jelikož nelze kvůli přehřívání motoru zvyšovat proud vinutím, dochází k poklesu dovoleného zatížení motoru.

Při frekvenčním řízení pohonu v této aplikaci je předpokládán typ zatížení S5 – přerušovaný chod s rozběhem a bržděním. Při rozběhu motoru je možné krátkodobě přetěžovat motor, ale po rozběhu je nutné motor odlehčit. Z výhodou se používá výpočtu **ekvivalentního momentu** a při správném dimenzování motoru s jmenovitým momentem 22,3Nm platí vztah:  $M_{ekv} \leq M_N$ ,  $M_{ekv} \leq 22,3Nm$ .

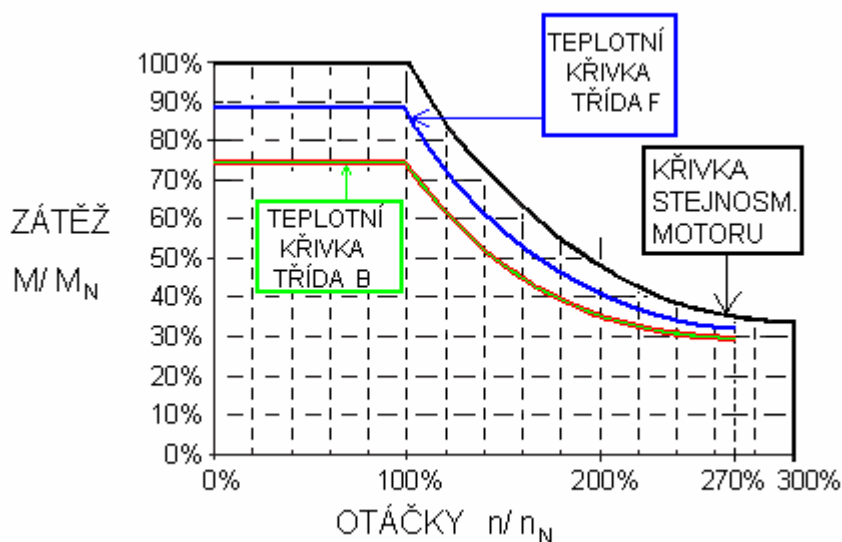
Pokud vypočtený ekvivalentní moment bude mít větší hodnotu než jmenovitý, je nutno přistoupit k delší bezproudové pauze - přerušování chodu musí být na dostatečně dlouhou dobu.

## Dimenzování pohonů v soustrojí

Při dimenzování pohonů v soustrojí je nutno brát v úvahu průběh zatěžovacích charakteristik stejnosměrného i střídavého motoru. Důležitou podmínkou zatěžování soustrojí je, že dovolené maximální zatížení soustrojí je limitem dovoleného zatížení motoru s nižším zatěžovacím momentem. Zatížení na 100% odpovídá jmenovitému momentu stejnosměrného motoru, což odpovídá hodnotě 30Nm. Jelikož jmenovitý moment použitého střídavého motoru s teplotní charakteristikou třídy B (pro teplotu vinutí až 130°C) je 22,3Nm, lze zatěžovat celé soustrojí vzhledem k této hodnotě. Zatížení střídavého motoru tedy odpovídá 73% vzhledem k zatěžovací charakteristice stejnosměrného motoru.

Zatěžovací charakteristiky obou pohonů jsou na *obr.3. 6*. Jednotlivé charakteristiky motorů jsou barevně odlišeny takto:

- křivka stejnosměrného motoru s cizím buzením a s cizím chlazením je naznačená černou barvou
- křivka asynchronního motoru s teplotní charakteristikou třídy B (pro dovolenou teplotu vinutí až 130°C) s cizím chlazením je naznačená zelenou barvou
- křivka asynchronního motoru s teplotní charakteristikou třídy F (pro dovolenou teplotu vinutí až 155°C) je naznačená modrou barvou.



*Obr. 3.6. Momentové charakteristiky pohonů*

Červenou barvou je možno zatěžovat soustrojí tvořené asynchronním motorem s teplotní charakteristikou třídy B a stejnosměrným motorem s cizím buzením. Oba motory mají nevlastní chlazení.

### Dimenzování pohonů výpočtem ekvivalentního momentu v konkrétní aplikaci

Jelikož jmenovitý moment střídavého motoru je nižší než stejnosměrného motoru, proto se výpočet v této konkrétní zatěžovací aplikaci opírá o dovolené zatížení asynchronního motoru jmenovitým zatěžovacím momentem 22,3Nm. Zatěžovacím členem je stejnosměrný motor, jehož moment je nastaven potenciometrem RP3 na vhodnou hodnotu a samozřejmě celkové mechanické ztráty soustrojí. Dalším důležitým předpokladem je typ zatížení S5, pro nějž je výpočet uveden. Jedná se o rozběh pohonu, běh při jmenovité rychlosti motoru po určitou dobu, brždění a setrvávání asynchronního motoru v bezproudové pauze (pokud je to nutné pro dodržení podmínek viz níže).

Jmenovité otáčky asynchronního motoru: 940 otáček za minutu.

Jmenovitý výkon asynchronního motoru: 2200W

Jmenovitý moment asynchronního motoru (vypočtená hodnota): 22,3Nm

Zatěžovací moment stejnosměrného motoru (nastavený potenciometrem RP3): 17,5Nm

Moment mechanických ztrát (monitorována hodnota momentu pomocí programu DriveWindow při běhu soustrojí naprázdno): 4,8Nm

**Musí být splněna podmínka (typ zatížení S5):**  $M_{ekv} \leq M_N \Rightarrow M_{ekv} \leq 22,3Nm$

### Výpočet ekvivalentního momentu

Celkový moment setrvačnosti soustrojí:

$$J_c = J_{M1} + J_{M2} + J_S = 0,0041 + 0,0055 + 0,0004 \Rightarrow J_c = 0,01 kgm^2$$

, kde  $J_M$  - moment setrvačnosti motoru

$J_S$  - moment setrvačnosti spojky (neudáno, doplněk na vhodnou hodnotu pro výpočet  $J_c$ )

Nastavení časů:

Čas rozběhu soustrojí ( $t_r$ ): 1s

Čas brždění soustrojí ( $t_b$ ) : 0,3s

Čas běhu s konstantním zatěžovacím momentem ( $t_z$ ) : 60s

Celkový čas (T): 61,3s

Výpočet momentů při rozběhu:

$$M_z = M_{NZ} + M_{MZ} = 17,5 + 4,8 = 22,3Nm \quad M_{dyn1} = J_c \cdot \frac{d\omega}{dt} = 0,01 \cdot \frac{98,4}{1} = 0,984Nm$$

Rozběhový moment:  $M_r = M_z + M_{dyn1} \cong 23,3Nm$  ,

, kde  $M_{NZ}$  - nastavený moment  $M_{MZ}$  - moment mech. ztrát

Výpočet momentů při brždění (doběhu):

$$M_{dyn2} = -J_c \cdot \frac{d\omega}{dt} = -0,01 \cdot \frac{98,4}{0,3} = -3,27Nm$$

Moment při brždění:  $M_b = M_z + M_{dyn2} = 22,3Nm - 3,27Nm \cong 19Nm$

Zatěžovací moment je větší než brzdový dynamický, nejedná se v tomto případě o brždění, ale motor stále pracuje v motorickém režimu.

$$M_{ekv} = \sqrt{\frac{1}{T} \cdot (M_r^2 \cdot t_r + M_z^2 \cdot t_z + M_b^2 \cdot t_b + M_k^2 \cdot t_k)} =$$

$$\sqrt{\frac{1}{61,3} \cdot (23,3^2 \cdot 1 + 22,3^2 \cdot 60 + 19^2 \cdot 0,3)} = 22,3Nm$$

$$\underline{M_{ekv} = 22,3Nm.}$$



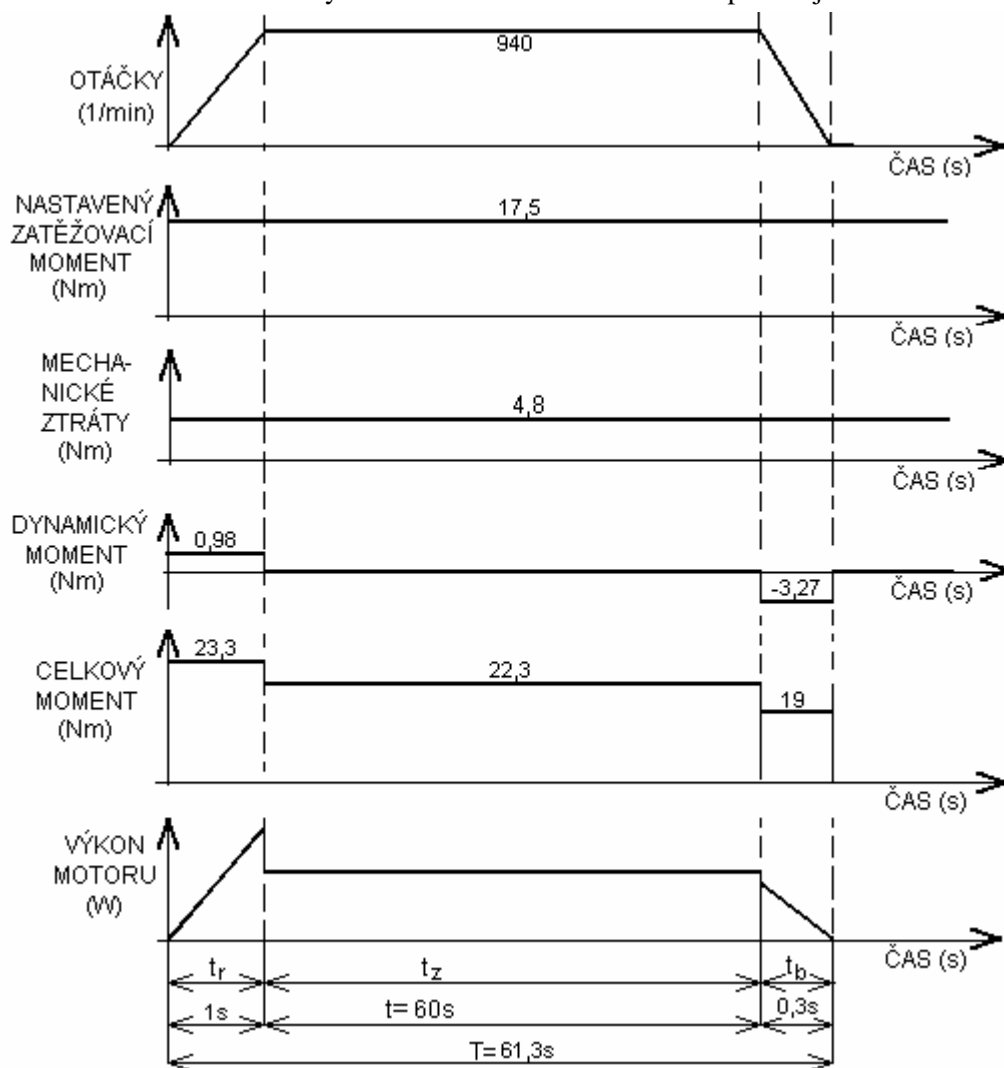
**Vypočtený hodnota ekvivalentního momentu vyhovuje uvedené podmínce zatížení:**

$$M_{ekv} \leq M_N \Rightarrow M_{ekv} \leq 22,3Nm$$

Moment asynchronního motoru **při rozběhu** je součtem dynamického momentu, nastaveného zatěžovacího momentu stejnosměrným motorem a celkových mechanických ztrát soustrojí. Jeho hodnota v této aplikaci je vypočtena na 23,3Nm. Jedná se o krátkodobé přetížení při rozběhu trvající nastavením rozběhové doby v měniči na 1s. Tento moment je asi 1,045 násobkem jmenovitého momentu (22,3Nm) asynchronního motoru.

**Při brždění** trvající 0,3s nastavením parametru doběhové rampy se sníží zátěžný moment  $M_b$  asynchronního motoru vlivem kinetických energií soustrojí asi na 19Nm.

Průběh veličin zatěžování asynchronního motoru v konkrétní aplikaci je na obr. 3. 7..



Obr. 3. 7. Charakteristiky pohonů v soustrojí

### 3. 3 Popis automatického ladění regulátorů

#### 3. 3. 1 Nastavení regulátorů měniče DCS800

Při prvním zapnutí měniče automaticky naběhne Start-up Assistant, který představuje průvodce pro snadnou orientaci při automatickém ladění regulátorů v programu. Automatické ladění regulátorů je možné ovládacím panelem měniče nebo je vhodné použít program s názvem ABB\DCS800\ DW\_ Workspaces, který je součástí programu DriveWindow.

Start-up Assistant naběhne automaticky při prvním zapnutí pohonu nebo po stlačení tlačítka MainMenu na ovládacím panelu.

Následující kroky platí pro naladění parametrů pomocí programu ABB\DCS800\ DW\_ Workspaces:

**1) otevřít složku 01,02 DCS800 Name plate data & macro assistant.dww**

- nastavit aplikační makro ApplMacro (99.08)=Faktoy a ApplRestore (99.07)= Yes a zkontrolovat uložení nastavení v parametru MacroSel (8.10)
- nastavit parametry motoru, napájení a nejdůležitějších ochran: [M1SpeedMin (20.01)= - 1500rpm, M1SpeedMax (20.02)= 1500rpm, ArmOvrCurLev (30.09) = 180%, M1OvrSpeed (30.16) = 1800rpm, Language (99.01), M1NomVolt (99.02) = V, M1NomCur (99.03) = A, M1BaseSpeed (99.04) = 1500rpm, NomMainsVolt (99.10) = 400V a M1NomFldCur (99.11) = A].

**2) otevřít složku 03 Autotuning field current controller.dww** (autom. nastavení regulátoru proudu buzení)

- nastavit parametry buzení [FldCtrlMode (44.01) = Flx, M1NomFldCur (99.11) = A a M1UsedFexType (99.12) = OnBoard]
- přepnout pohon do místního (lokálního) režimu (DriveWindow, DCS800 Control Panel nebo místní I/O).
- provést start automatického ladění pomocí parametru ServiceMode (99.06) = FieldCurAuto a zapnout pohon příkazem On asi na 20s
- zkontrolovat nastavení automaticky nastavených parametrů: M1KpFex (44.02), M1TiFex (44.03) a M1PosLimCtrl (45.02)

Při automatickém ladění regulátoru buzení dojde k sepnutí hlavního stykače. Budící obvod bude měřen, proud buzení bude narůstat až do jmenovité hodnoty a parametry regulátoru buzení se nastaví. Během této operace se motor nerozběhne, kotevní měnič zůstane uzavřen.

**3) otevřít složku 04 Autotuning armature current controller.dww** (autom. nastavení regulátoru proudu kotvy)

- nastavit základní parametry momentu, limitu proudu a jmenovitého proudu kotvy [TorqMax (20.05) = 150%, TorqMin (20.06) = -150%, M1CurLimBrdg1 (20.12) = 160%, M1CurLimBrdg2 (20.13) = 160% a M1NomCur (99.03) = A].
- přepnout pohon do místního (lokálního) režimu (DriveWindow, DCS800 Control Panel nebo místní I/O).
- provést start automatického ladění pomocí parametru ServiceMode (99.06) = ArmCurAuto a zapnout pohon příkazem On a Run asi na 20s.
- zkontrolovat nastavení automaticky nastavených parametrů M1KpArmCur (43.06), M1TiArmCur (43.07), M1DiscontCurLim (43.08), M1ArmLim (43.09) a M1ArmR (43.10)

Při automatickém ladění regulátoru dojde k sepnutí hlavního stykače. Kotevní obvod je měřen a parametry regulátoru kotevního proudu budou nastaveny. Během této operace se motor nerozběhne, budič zůstane uzavřen, ale může se rozběhnout díky remanenci. Motor musí být zablokován.

**4) otevřít složku 05 DCS800 Speed feedback assistant.dww** (asistent zpětné vazby otáček).

- nastavit parametry elektromotorické síly EMF, parametry pulsního enkodéru 1, enkodéru 2 nebo analogového tachodynamu [M1SpeedMin (20.01), M1SpeedMax (20.02), M1EncMeasMode (50.02)

=3 , M1SpeedFbSel (50.03) = 1, M1EncPulseNo (50.04) = , M1TachoVolt1000 (50.13) = def, M1NomVolt (99.02) a M1BaseSpeed (99.04)].

- přepnout pohon do místního (lokálního) režimu (DriveWindow, DCS800 Control Panel nebo místní I/O).

- provést start automatického ladění pomocí parametru ServiceMode (99.06) = SpdFbAssist a zapnout pohon příkazem On a Run asi na 20s.

- asistent otáčkové zpětné vazby detekuje EMF, pulsní enkodéry nebo analogové tacho.

Při autonastavení regulátoru dojde k sepnutí hlavního stykače a motor se rozběhne na jmenovité otáčky [M1BaseSpeed (99.04)]. Během této procedury pohon bude kontrolován pomocí EMF navzdory nastavení parametru M1SpeedFbSel (50.03). Pokud automatické ladění proběhne úspěšně, zkontrolovat M1SpeedFbSel (50.03) - pro potvrzení

**5) otevřít složku 06 DCS800 Autotuning speed controller.dww** (autom. nastavení otáčkového regulátoru)..

- nastavit základní rychlost, jmenovitou rychlost motoru, limit momentu a proudu, filtr rychlosti a [M1SpeedMin (20.01), M1SpeedMax (20.02), TorqMax (20.05), TorqMin (20.06), M1CurLimBrdg1 (20.12), M1CurLimBrdg2 (20.13), SpeedErrFilt (23.06), SpeedErrFilt2 (23.11), SpeedFiltTime (50.06) a M1BaseSpeed (99.04)].

- přepnout pohon do místního (lokálního) režimu (DriveWindow, DCS800 Control Panel nebo místní I/O).

- provést start automatického ladění pomocí parametru ServiceMode (99.06) = SpdCtrlAuto a zapnout pohon příkazem On a Run asi na 20s.

Při automatickém ladění regulátoru dojde k sepnutí hlavního stykače, rampa se obchází ale momentové respektive proudové limity jsou platné. Regulátor rychlosti je laděn a po naladění jsou parametry uloženy.

- po naladění zkontrolovat parametry KpS (24.03) and TiS (24.09)

**6) otevřít složku 07 DCS800 Field weakening assistant.dww** (asistent zeslabení buzení).

- nastavit parametry motoru a budícího obvodu [M1SpeedMin (20.01), M1SpeedMax (20.02), M1FldMinTrip (30.12) = def, FldCtrlMode (44.01), M1NomVolt (99.02), M1BaseSpeed (99.04) a M1NomFldCur (99.11)].

- přepnout pohon do místního (lokálního) režimu (DriveWindow, DCS800 Control Panel nebo místní I/O).

- provést start automatického ladění pomocí ServiceMode (99.06) = EMF FluxAuto a zapnout pohon příkazem On a Run asi na 20s.

Při automatickém ladění regulátoru dojde k sepnutí hlavního stykače a motor se rozběhne na jmenovité otáčky [M1BaseSpeed (99.04)]. Regulátor EMF data jsou vyhodnocena, linearita toku je laděna konstantní rychlostí a snižována, dokud proud buzení a regulátor EMF respektuje linearizaci toku a parametry se naladí.

Pokud automatického ladění je ukončeno, je potřeba zkontrolovat parametry KpEMF (44.09), TiEMF (44.10), FldCurFlux40 (44.12), FldCurFlux70 (44.13) and FldCurFlux90(44.14) – pro potvrzení.

### 3.3.2 Nastavení regulátoru měniče ACS800

Po přivedení napájecího napětí na měnič (sepnutím stykače KM10) se na displeji nejdříve zobrazí identifikační údaje pohonu a poté se zobrazí řádky s aktuálními signály. Následně je potřeba nastavit startovací data (Start-up data) v parametrické skupině číslo **99**, ve které se nastavuje jazyk, aplikační makro, druh řízení motoru (je potřeba vybrat režim DTC) a štičkové údaje motoru. Po zapsání parametrů do této skupiny se objeví varování indikující připravenost pohonu zahájit identifikační chod. Zde je nutno poznamenat, že lze zvolit dva režimy identifikace a to identifikační magnetizace

motoru nebo druhou možností je identifikační chod motoru. Standardně nastavený režim identifikační magnetizace se zahájí stisknutím zapínacího tlačítka (START) na panelu měniče při zvoleném režimu ovládání z místa. Měnič počíná magnetizovat motor při nulových otáčkách po dobu 20s – 60s. Během identifikační magnetizace motoru se naladí regulátor otáček. Naladění regulátoru tímto způsobem je vhodný pro většinu aplikací.

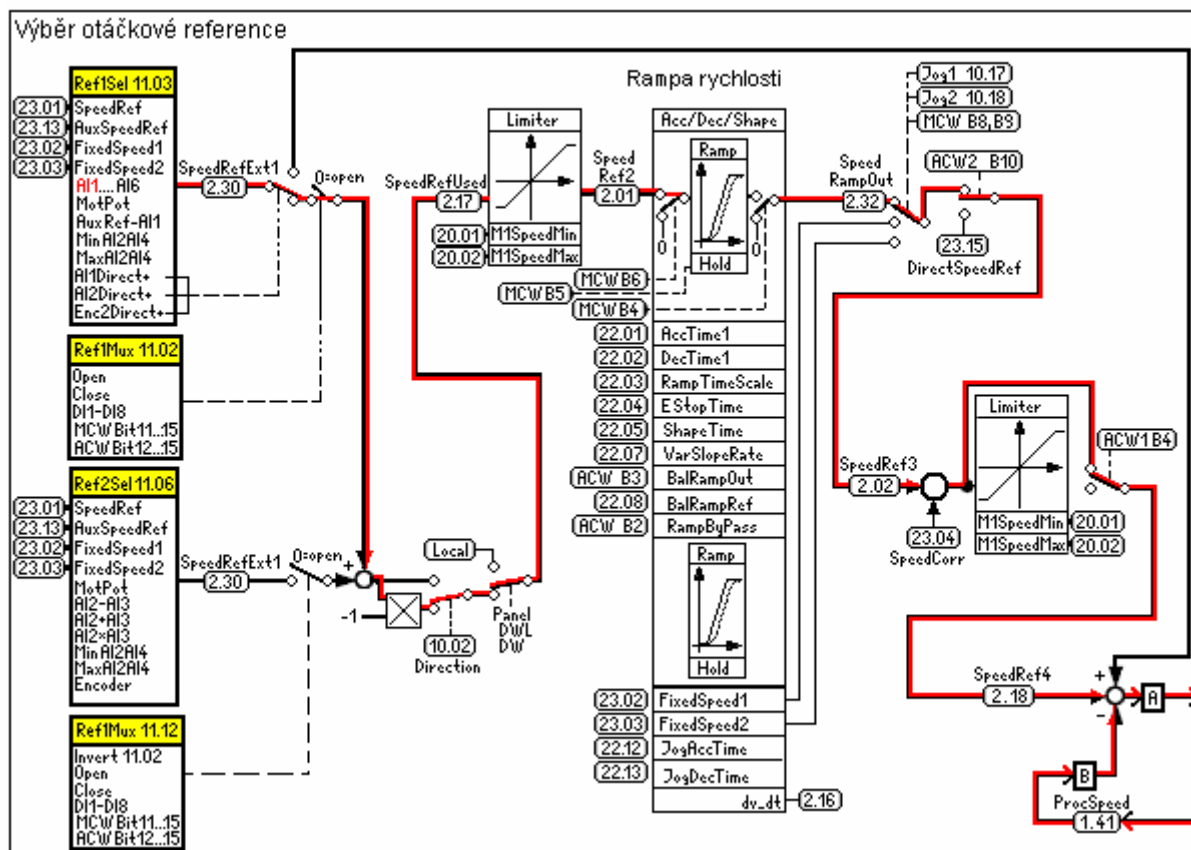
Identifikační běh motoru se provádí, pokud je požadován provoz v rozsahu točivého momentu nad jmenovitým točivým momentem motoru v širokém rozsahu otáček.

### 3. 4 Struktury regulačních řetězců

Pro přehlednější orientaci signálových cest programu měniče a taktéž pro jednodušší nastavení parametrů je k dispozici grafické znázornění struktur regulačních řetězců. Použité typy referenčních signálů, nastavení přepínačů a další důležité vazby programu pro základní aplikaci zatěžovacího stanoviště jsou vyznačeny červenou barvou. Struktury regulačních řetězců jsou rozděleny do sekcí, které spolu úzce souvisí, jako např. volba reference otáček, měření otáček nebo volba reference momentu.

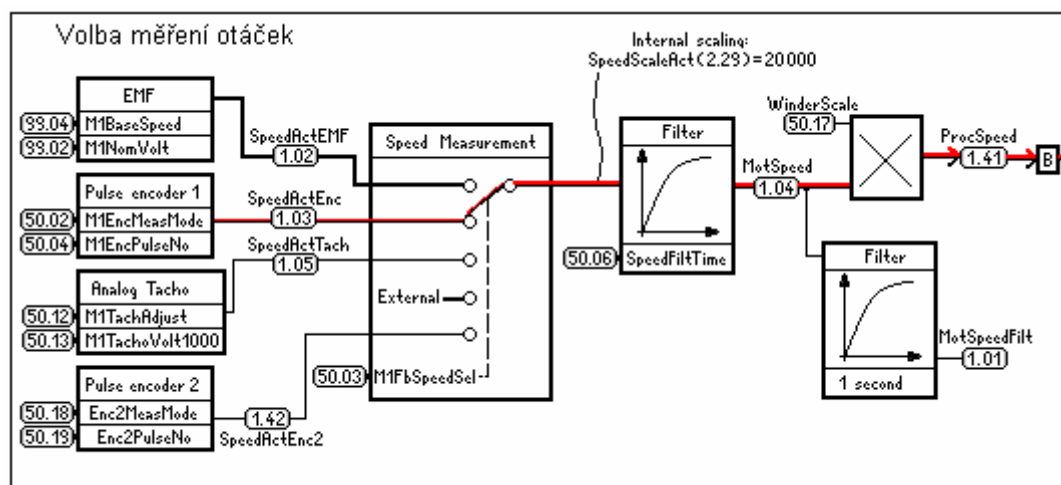
#### 3. 4. 1 Struktury regulačních řetězců měniče DCS800

Výběr otáčkové reference (obr. 3. 8)



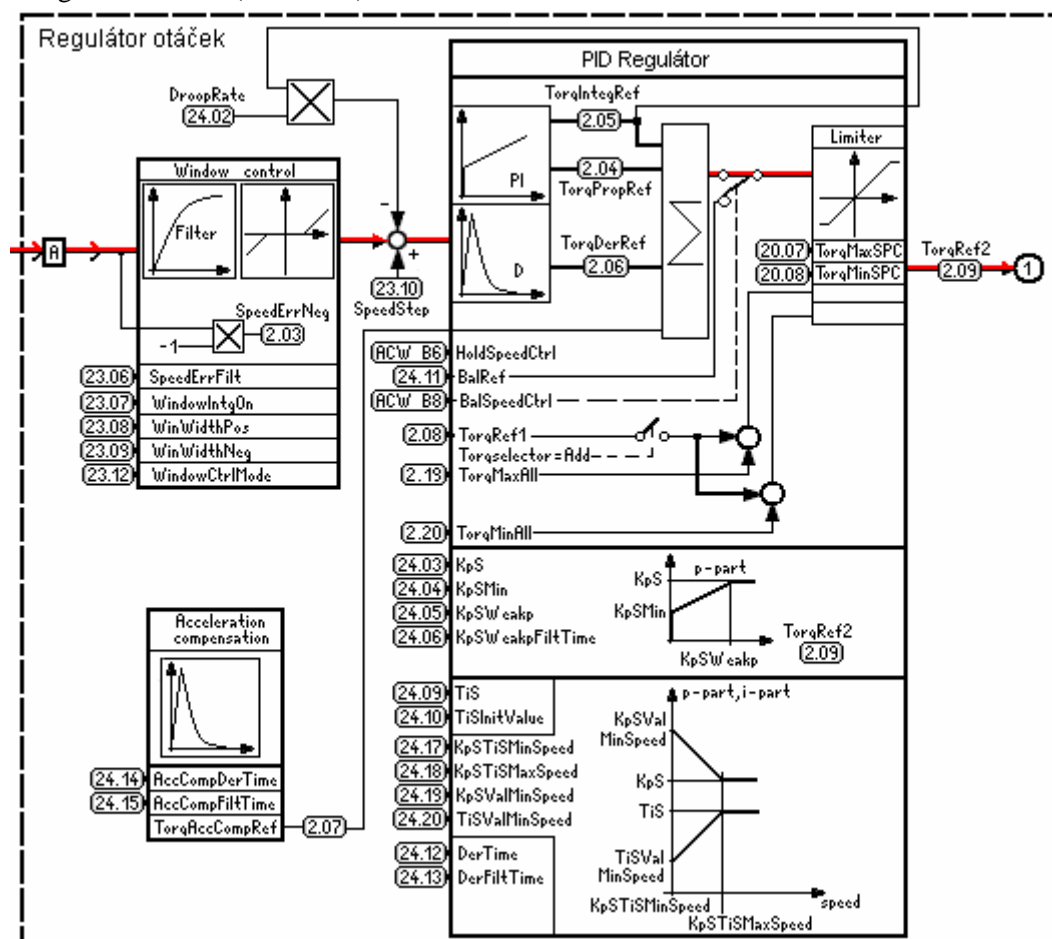
Obr. 3. 8. Struktura výběru otáčkové reference

### Měření otáček (obr. 3. 9)



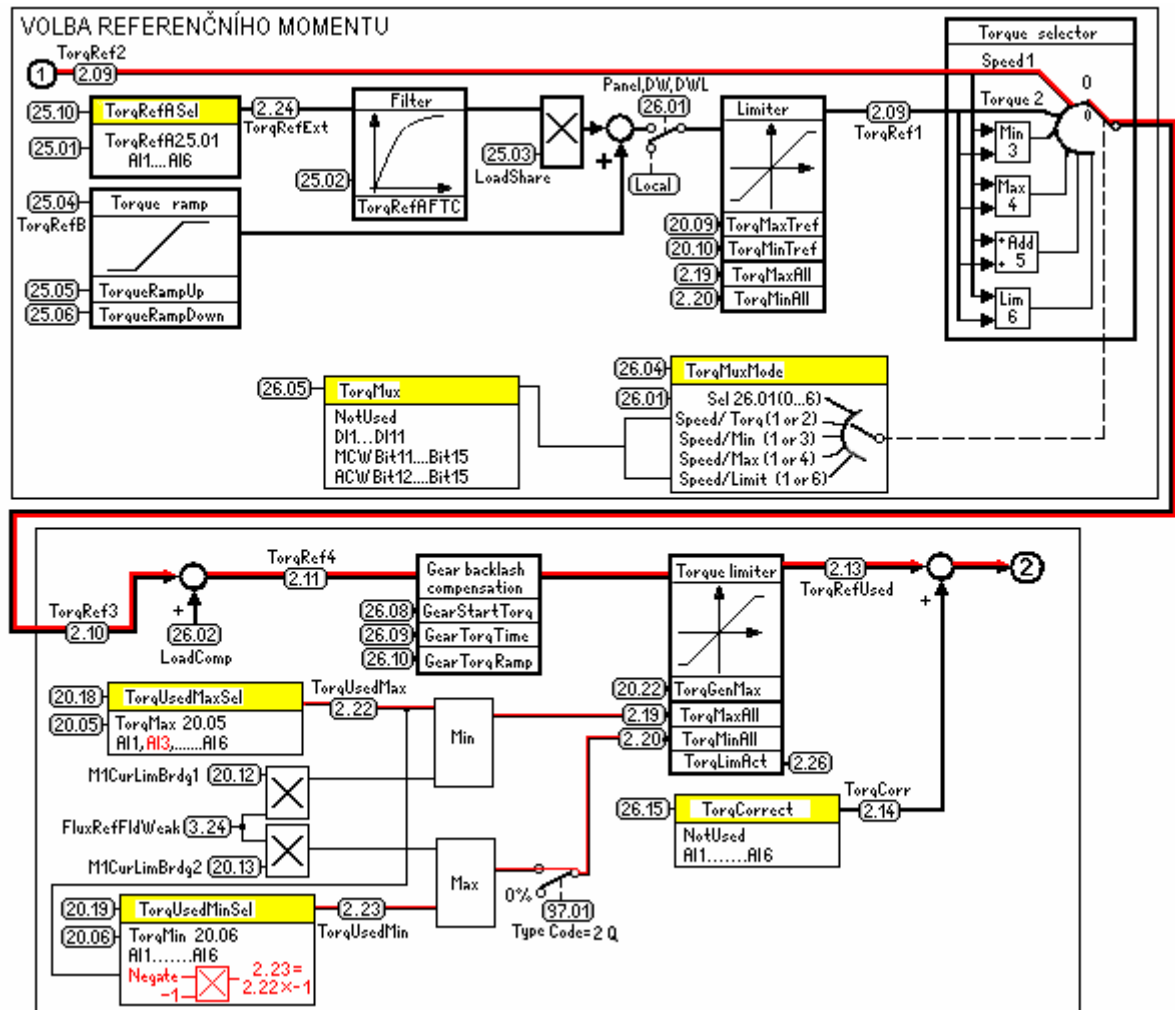
Obr. 3. 9. Struktura pro volbu měření otáček

### Regulátor otáček (obr. 3. 10)



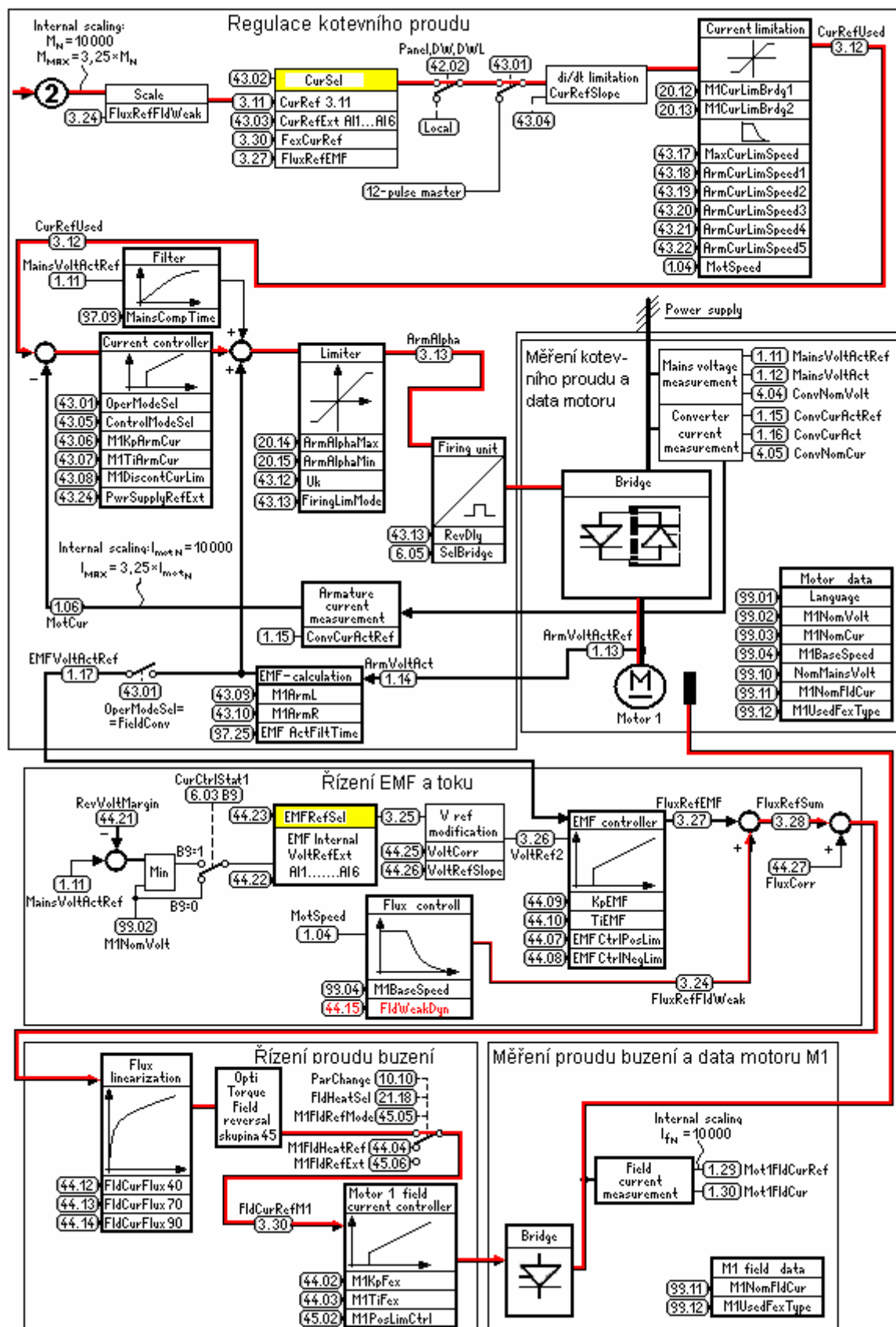
Obr. 3. 10. Struktura regulátoru otáček

### Volba reference momentu (obr. 3. 11)



Obr. 3. 11. Struktura výběru reference momentu

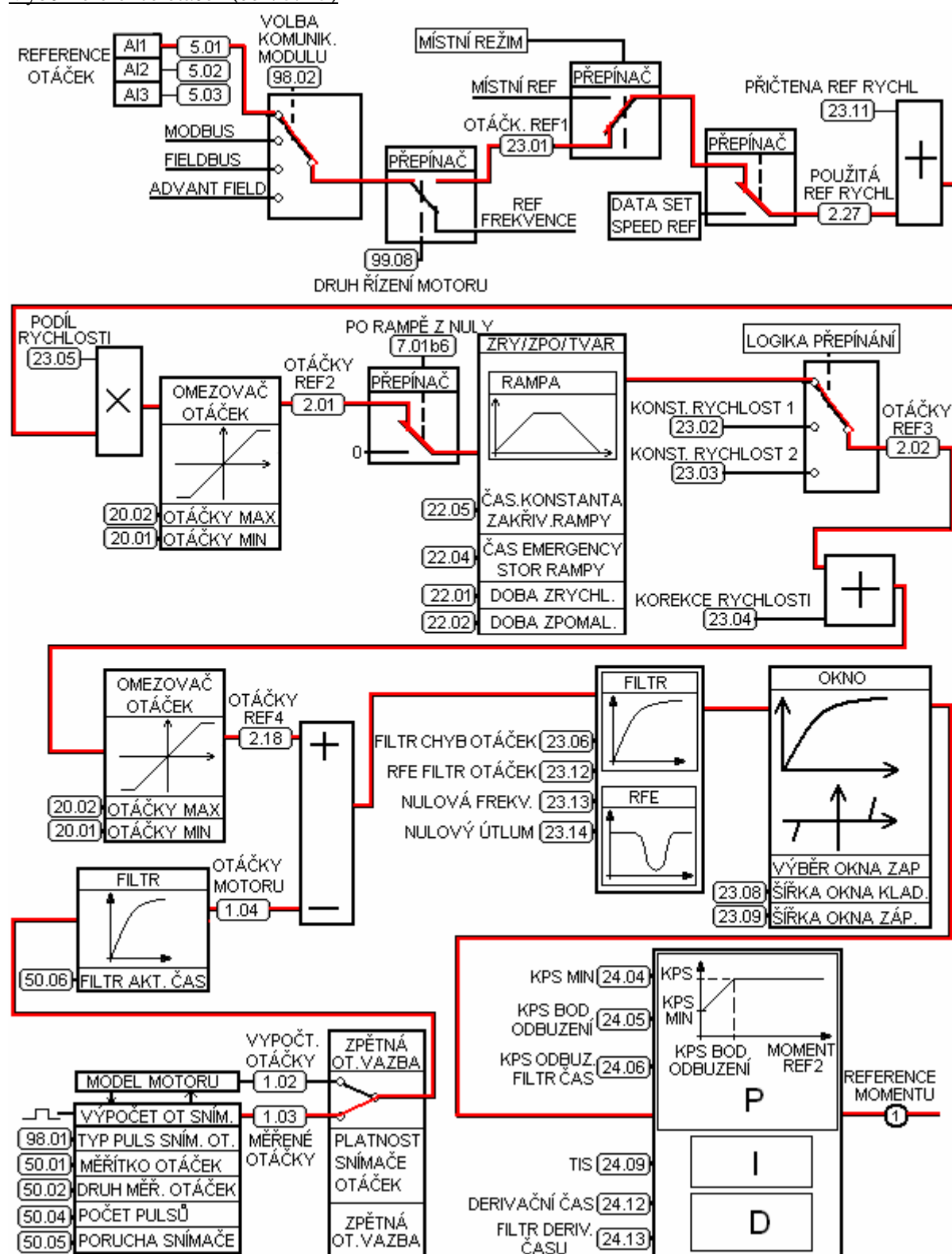
### Regulace kotevního proudu (obr. 3. 12)



Obr. 3. 12. Struktura regulace kotevního proudu

### 3. 4. 2 Struktury regulačních řetězců měniče ACS800

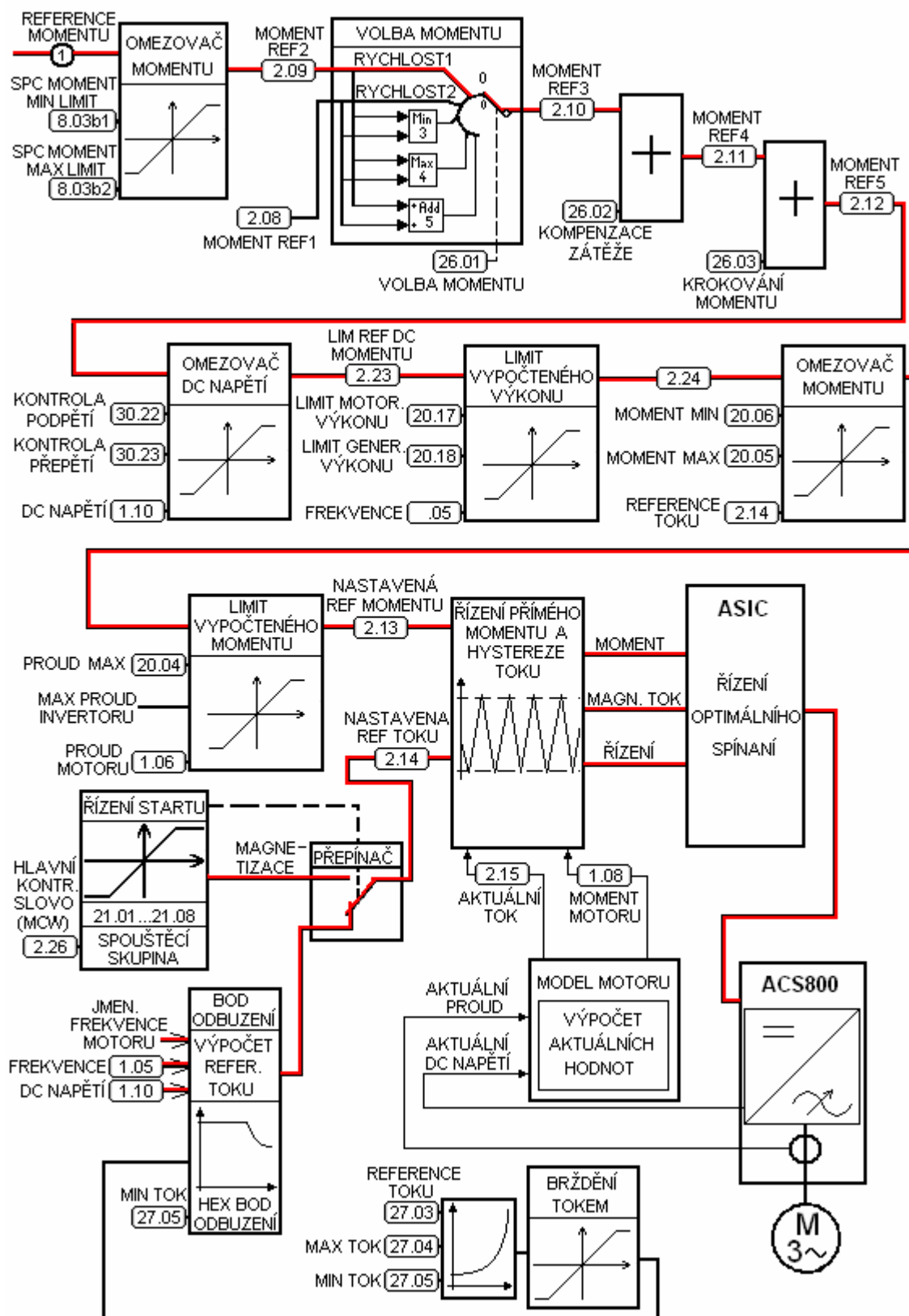
Výběr reference otáček (obr. 3. 13)



Obr. 3. 13. Struktura výběru otáčkové reference



Struktura výpočtu veličin řízení střídavého pohonu (obr. 3. 14)



Obr. 3. 14. Struktura výpočtu veličin řízení střídavého pohonu

### 3. 5 Pokyny k návodu na obsluhu zatěžovacího stanoviště

#### Nastavení referencí pro zatěžování

Základním záměrem funkce zatěžovacího stanoviště je zatěžování asynchronního motoru motorem stejnosměrným, jehož točivý (zatěžovací) moment je možno řídit potenciometrem, který je zapojen na analogový vstup AI3 analogové desky rozhraní SDCS-IOB-3 komunikující s měničem DCS800. Vzhledem k většímu výkonu a tudíž i většímu točivému momentu stejnosměrného motoru oproti asynchronnímu lze nastavovat zatěžovací moment od nulových hodnot až na hodnotu zhruba 53% jmenovitého momentu stejnosměrného motoru, což odpovídá hodnotě asi 17,5 Nm. S přihlédnutím k celkovým mechanickým ztrátám soustrojí a taktéž k dynamickému momentu při rozběhu soustrojí je potom celkový zatěžovací moment shodný s hodnotou jmenovitého momentu asynchronního motoru 22 Nm. Výpočet pro dimenzování soustrojí i s grafickým znázorněním je uveden v kapitole **3. 2 Dimenzování pohonů zatěžovacího stanoviště**.

Při zatěžování stejnosměrného motoru motorem asynchronním je stejnosměrný motor zatěžován nižším momentem, nežli jmenovitým, neboť omezení momentu je nastaveno v parametrech měniče ACS800 na 100% jmenovitého momentu asynchronního motoru. S přihlédnutím k mechanickým ztrátám a dynamickému momentu při rozběhu soustrojí je při zvolené rozběhové rampě celkový zatěžovací moment nižší než jmenovitý moment stejnosměrného motoru.

#### Ovládání měničů

Nejjednodušším způsobem ovládání měničů je ovládacími panely. Tento režim je vybrán stlačením tlačítka LOC/REM na ovládacím panelu a je indikován nápisem LOC v levém horním rohu na displeji. Pokud je indikován režim REM, měnič je ovládán analogovými a digitálními signály přivedenými na svorkovnice měničů nebo na rozšiřující desky rozhraní. Programovacími nástroji DW nebo DWL lze ovládat měniče volbou místního režimu v těchto programech, poskytující všechny možnosti pro ovládání měničů.

#### Volba pro odbrždění soustrojí

Přepínačem S5 lze odbrzdit soustrojí ručně nebo automaticky. Při navolení do režimu ručně naskočí brzda ihned. Pokud je zvolen automatický režim, pomocí přepínače S8 se dále vybírá, zda-li bude brzda ovládána měničem DCS800 nebo ACS800.

#### Volba měření otáček soustrojí pro jednotlivé měniče

Dalším krokem před zapnutím měničů do provozu je nutné zvolit způsob měření otáček soustrojí. Jelikož soustrojí je tvořeno jedním inkrementálním snímačem, je nutné připojit pulsy z inkrementálního snímače na příslušnou svorkovnici zvoleného měniče pro vyhodnocení otáček soustrojí a dále naprogramovat soubory s parametry do měničů.

#### Monitorování teploty

Volbou přepínače S7 je zvolen motor, jehož teplota bude monitorována. K měření teploty motorů je využitý proudový zdroj desky rozhraní SDCS-IOB-3. Jelikož tato analogová deska rozhraní je připojena k měniči DCS800, aktuální naměřenou teplotu požadovaného motoru lze monitorovat signálem **1.22 Mot1TempMeas** prostřednictvím programu DWL nebo ovládacím panelem měniče DCS800.

### 3. 5. 1 Návod na obsluhu zatěžovacího stanoviště

Návod na obsluhu zatěžovacího stanoviště je sestaven ze dvou odlišných variant.

#### Varianta A

Otáčky stejnosměrného motoru jsou vyhodnocovány měničem DCS800 výpočtem indukovaného napětí v motoru (EMF) a otáčky asynchronního motoru jsou vyhodnocovány pulsy z inkrementálního snímače přivedené na modul RTAC zasunutý do SLOTU 2 měniče ACS800.

#### Pokyny pro obsluhu při spouštění zatěžovacího stanoviště:

- 1) odpojit (pokud byl dříve zapojený) snímač otáček ze svorkovnice X5 desky rozhraní SDCS-IOB-3
- 2) zkontrolovat, popřípadě připojit snímač otáček na svorkovnice X1 a X2 modulu RTAC podle schématu zapojení na *obr. 2. 7*.
- 3) zapnout hlavní přívod napájení z rozváděče laboratoře pro zatěžovací stanoviště
- 4) zapnout tlačítkem S0Z hlavní stykač KM0 pro napájení zatěžovacího stanoviště. Stlačením tlačítka S0Z a jeho překlenutím pomocným kontaktem stykače KM0 je přivedeno pomocné napětí 230V stř. pro ovládací a elektronické obvody měniče DCS800.
- 5) zapnout tlačítkem S14 hlavní stykač KM10 pro napájení měniče ACS800
- 6) propojit optickou kartu PC Card zasunutou v počítači s komunikačním kanálem č.3 modulu RDCO v měniči ACS800 optickými kabely
- 7) propojit sériový výstup počítače (COM1) s konektorem RS232 v měniči DCS800 standardním sériovým PC kabelem
- 8) odbrzdit brzdu přepínačem S8 do polohy RUČNĚ nebo přepnout přepínač S5 na MĚNIČ ACS800.
- 9) na panelu měniče ACS800 přepnout měnič do místního režimu (LOC) tlačítkem LOC/REM a tlačítkem REF nastavit referenční otáčky pohonu.
- 10) zkontrolovat parametr měniče **98. 01**, zda-li je nastaven na **NE** (neaktivní snímač otáček)
- 11) zeleným START tlačítkem zapnout pohon pro rozběh na nastavené referenční otáčky. Měnič zároveň srovnává otáčky pohonu vypočtené pomocí matematického modelu motoru s měřením otáček z inkrementálního snímače. Pokud měnič hlásí chybu **ENCODER1 ERR**, je nutno zastavit STOP tlačítkem pohon a přepojit kanály A a B ze snímače otáček mezi sebou.
- 12) tlačítkem LOC/REM přepnout měnič na režim dálkového ovládání REM
- 13) spustit programovací PC nástroj DriveWindow pro komunikaci a ovládání měniče ACS800
- 14) otevřít soubor s parametry pod názvem ACS-ENCODER.dw (viz kapitola **3. 6**) a nahrát tento soubor do měniče ACS800. Po spuštění pohonu již měnič ACS800 vyhodnocuje otáčky pomocí pulsů z inkrementálního snímače.
- 15) spustit programovací PC nástroj DriveWindow Light pro komunikaci a ovládání měniče DCS800
- 16) otevřít soubor s parametry DCS-EMF.dw (viz kapitola **3. 6**) a nahrát tento soubor do měniče DCS800. Po spuštění pohonu již měnič DCS800 vyhodnocuje otáčky pomocí výpočtu indukovaného napětí motoru (EMF).
- 17) tlačítkem S4 nebo zapínacím tlačítkem vyobrazeným v programu DWL (při volbě místního režimu v programu DWL pro ovládání měniče DCS800) zapnout hlavní stykač KM1 pro napájení kotvy měniče DCS800.
- 18) potenciometrem PR2 nebo zapsáním hodnoty v programu DWL (při volbě místního režimu v programu DWL pro ovládání měniče DCS800) nastavit referenci otáček a potenciometrem RP3 nasta-

vit referenci zatěžovacího momentu (viz **Pozn.** na straně 61). Nastavené hodnoty referencí lze monitorovat signály signálové skupiny **č. 2** prostřednictvím programu DWL nebo panelem měniče DCS800.

**19)** spínačem S6 nebo start tlačítkem vyobrazeným v programu DWL (při volbě místního režimu v programu DWL pro ovládání měniče DCS800) nastartovat stejnosměrný pohon pro zatěžování

**20)** potenciometrem RP1 nebo zapsáním hodnoty v programu DW (při volbě místního režimu v programu DW pro ovládání měniče ACS800) nastavit referenci otáček asynchronního motoru (viz **Pozn.** na straně 61).

**21)** spínačem S11 nebo start tlačítkem vyobrazeným v programu DW (při volbě místního režimu v programu DW pro ovládání měniče ACS800) nastartovat pohon pro rozběh na nastavené otáčky.

Následně pro spouštění zatěžovacího stanoviště pro tuto nastavenou variantu již stačí postupovat dle bodů **3 až 8, 12, 14 a 16 až 20**.

### **Varianta B**

Otáčky střídavého motoru jsou vyhodnocovány výpočtem matematického modelu motoru v měniči ACS800 a otáčky stejnosměrného motoru jsou vyhodnocovány pulsy z inkrementálního snímače připojeného na svorkovnici X5 analogové desky rozhraní SDCS-IOB-3.

#### Pokyny pro obsluhu při spouštění zatěžovacího stanoviště:

- 1)** odpojit (pokud byl dříve zapojený) snímač otáček ze svorkovnic X1 a X2 modulu RTAC.
- 2)** zkontrolovat, popřípadě připojit snímač otáček na svorkovnici X5 analogové desky rozhraní SDCS-IOB-3 podle schématu zapojení na *obr. 2. 5*.
- 3)** zapnout hlavní přívod napájení z rozváděče laboratoře pro zatěžovací stanoviště
- 4)** zapnout tlačítkem S0Z hlavní stykač KM0 pro napájení zatěžovacího stanoviště. Stlačením tlačítka S0Z a jeho překlenutím pomocným kontaktem stykače KM0 je přivedeno pomocné napětí 230V stř. pro ovládací a elektronické obvody měniče DCS800.
- 5)** zapnout tlačítkem S14 hlavní stykač KM10 pro napájení měniče ACS800
- 6)** propojit optickou kartu PC Card zasunutou v počítači s komunikačním kanálem č.3 modulu RDCO v měniči ACS800 optickými kabely
- 7)** propojit sériový výstup počítače (COM1) s konektorem RS232 v měniči DCS800 standardním sériovým PC kabelem
- 8)** odbrzdit brzdu přepínačem S8 do polohy RUČNĚ nebo přepnout přepínač S5 na MĚNIČ DCS800.
- 9)** tlačítkem S4 zapnout stykač kotevního měniče KM1
- 10)** potenciometrem RP2 nastavit vhodné referenční otáčky (např. 200 otáček/min)
- 11)** tlačítkem START S6 zapnout pohon pro rozběh na nastavené referenční otáčky. Měnič zároveň srovnává vypočtené otáčky pohonu (EMF) s odchylkou měření otáček pomocí inkrementálního snímače. Pokud měnič hlásí chybu **ENC A<>B 7302**, je nutno tlačítkem S3 vypnout stykač KM1 kotevního měniče a přepojit kanály A a B ze snímače otáček mezi sebou.
- 12)** spustit programovací PC nástroj DriveWindow pro komunikaci a ovládání měniče ACS800
- 13)** otevřít soubor s parametry pod názvem ACS-INTERNAL.dw (viz kapitola **3. 6**) a nahrát tento soubor do měniče ACS800. Po spuštění pohonu již měnič vyhodnocuje otáčky pomocí matematického modelu motoru.

**14)** spustit programovací PC nástroj DriveWindow Light pro komunikaci a ovládání měniče DCS800  
**15)** otevřít soubor s parametry DCS\_ENCODER.dw (viz kapitola **3. 6**) a nahrát tento soubor do měniče DCS800. Po spuštění pohonu již měnič vyhodnocuje otáčky pomocí pulsů z inkrementálního snímače.

**16)** potenciometrem RP1 nebo zapsáním hodnoty v programu DW (při volbě místního režimu v programu DW pro ovládání měniče ACS800) nastavit referenci otáček asynchronního motoru (viz **Pozn.** ).

**17)** spínačem S11 nebo start tlačítkem vyobrazeným v programu DW (při volbě místního režimu v programu DW pro ovládání měniče ACS800 ) nastartovat pohon pro rozběh na nastavené otáčky.

**18)** tlačítkem S4 nebo zapínacím tlačítkem vyobrazeným v programu DWL (při volbě místního režimu v programu DWL pro ovládání měniče DCS800) zapnout hlavní stykač KM1 pro napájení kotvy měniče DCS800

**19)** potenciometrem RP2 nebo zapsáním hodnoty v programu DWL (při volbě místního režimu v programu DWL pro ovládání měniče DCS800) nastavit referenci otáček a potenciometrem RP3 nastavit referenci zatěžovacího momentu (viz **Pozn.** ). Nastavené hodnoty referencí lze monitorovat signály signálové skupiny **č. 2** prostřednictvím programu DWL nebo panelem měniče DCS800.

**20)** spínačem S6 nebo start tlačítkem vyobrazeným v programu DWL (při volbě místního režimu v programu DWL pro ovládání měniče DCS800) nastartovat stejnosměrný pohon pro zatěžování

Následně pro spouštění zatěžovacího stanoviště pro tuto variantu již stačí postupovat dle bodů **3 až 8, 12, 14 a 16 až 20**.

**Pozn.:** Nastavení referencí se odvíjí od požadavku aplikací. Pokud bude zatěžován střídavý pohon pohonem stejnosměrným, referenci otáček stejnosměrného pohonu je vhodné nastavit na nulovou hodnotu. Referenci zatěžovacího momentu nastavit potenciometrem RP3 na vhodnou hodnotu pro rozběhnutí soustrojí, pro počátek rozběhu lze nastavit i nulovou hodnotu.

Při zatěžování stejnosměrného pohonu pohonem střídavým je vhodné nastavit referenci otáček střídavého pohonu na nulovou hodnotu. Referenci momentu pro stejnosměrný pohon nastavit potenciometrem RP3 na vyšší hodnotu, nežli je součet jmenovitého momentu a celkových mechanických ztrát. Jelikož moment střídavého pohonu nelze měnit potenciometrem a je nastaven v parametrech měniče ACS800 na 100%, je nutno nastavit na potenciometru RP3 hodnotu minimálně na 65% jmenovitého momentu stejnosměrného pohonu. Nastavenou hodnotu momentu stejnosměrného pohonu (v %) lze monitorovat pomocí signálové skupiny **č. 2**, jak již bylo nastíněno výše.

### **3. 6 Soubory k obsluze zatěžovacího stanoviště**

Soubory k jednotlivým variantám pro vložení dat do parametrů měničů jsou uloženy na jednotce pevného disku přenosného počítače v laboratoři elektrických pohonů na katedře elektroniky.

Cesta k otevření souborů : C/ABB/PROJEKT

Názvy souborů jednotlivých aplikací : DCS-ENCODER

DCS-EMF

ACS- ENCODER

ACS-INTERNAL

## **Závěr**

Hlavním cílem této diplomové práce bylo navrhnout, sestavit a zapojit základní konfiguraci zatěžovacího stanoviště s použitím dostupných komponentů zapůjčených firmou ABB. Dalšími kroky pro správnou činnost tohoto stanoviště bylo naprogramování parametrů měničů, nastavení propojek rozšiřující analogové desky rozhraní, oživení a vyzkoušení činnosti všech komponentů zatěžovacího stanoviště.

Přínosem v této diplomové práci bylo vyzkoušení ovládání měničů několika výše popsányými způsoby a nastavení parametrů měničů pomocí počítače pro bezporuchový chod pohonů. K nastavení, uložení a nahrání souborů s parametry měničů a monitorování důležitých signálů slouží speciální softwarové programovací prostředky zmíněné firmy.

Rozvojem a pokračováním projektu je řízení pohonů nadřazeným řídicím systémem prostřednictvím sériové komunikace pomocí rozšiřujících modulů s moderními komunikačními protokoly Fieldbus, Modbus atd. Nadřazený systém zadává příkazy ke spouštění nebo zastavení pohonu a nastavuje hodnoty referencí otáček nebo momentu.

Dalším rozvojem projektu je možnost adaptivního programování měničů, jež představují malé „PLC“ v měničích. Ovládání měniče frekvence ACS800 přes vstupně/výstupní svorkovnicí je dosti omezené, zatímco adaptivní program tohoto měniče umožňuje sestavit tři nezávislé programy pro řízení pohonu realizované pomocí několika nejpoužívanějších funkčních bloků.

## **Použitá literatura**

- [1] Čermák, T.: Elektrické pohony, Skriptum VŠB Ostrava, 1987
- [2] Vondrášek, F.: Výkonová elektronika II, Skripta ZČU Plzeň, 2003
- [3] Ďaďo, S., - Kreidl, M.: Senzory a měřicí obvody, ČVUT Praha, 1999
- [4] Brandštetter, P.: Střídavé regulační pohony – Moderní způsoby řízení, Monografie, VŠB-Technická Univerzita Ostrava, 1999
- [5] Javůrek, J.: Regulace moderních elektrických pohonů, Grada Publishing, Praha, 2003
- [6] Neborák, I.: Modelování a simulace elektrických regulovaných pohonů, Ostrava, 2002
- [7] Brandštetter, P.: Moderní způsoby řízení elektrických strojů, VŠB-TUO, 1999
- [8] ABB Drives [CD-ROM]
- [9] <http://www.abb.com>
- [10] *Elektro: elektrotechnický časopis*. Č. 8-9/2007, str. 38, 39, 40. Vychází měsíčně.

## **Seznam příloh**

Příloha 1: Monitorování veličin stejnosměrného pohonu

Příloha 2: Monitorování veličin střídavého pohonu